Digitized by Google

at 107 n

Carus

<36632002920017 S

<36632002920017

E Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

at 107 n
Carus

<36632002920017 S

<36632002920017

E Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

SYSTEM

DER

THIERISCHEN MORPHOLOGIE.

Digitized by Google

Digitized by Google

SYSTEM

DER

THIERISCHEN

MORPHOLOGIE

VON

DR. J. VICTOR CARUS,

PROFESSOR DER VERGLEICHENDEN ANATOMIE IN LEIPZIG.

MIT 97 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1853.

Digitized by Google

Digitized by Google

VORWORT.

Die Zoologie hat stets das Bedürfnis gefühlt, die Einzelerfahrungen in ein gemeinsames Bild zusammenzufassen. Schon als die Zahl der zootomischen Thatsachen noch zu übersehen war, begann sie dieselben zum Grundbau eines wissenschaftlichen Gebäudes zu verwenden. Da man jedoch die noch fehlenden Thatsachen durch »innerliches Forschen« und nicht durch die Beobachtung der Natur selbst ergänzte, gerieth der ganze Bau in's Stocken. Man hatte einmal Mistrauen gegen die Beweiskräftigkeit gewisser Speculationen erhalten; und selbst jetzt, wo die Masse der benutzbaren Thatsachen mit jedem Tage wächst, gestattet man nur einzelnen Wenigen sich über die speciellen Facta zu einer allgemeinen Umsicht zu erheben.

In vorliegendem Buche habe ich den Versuch gemacht, das zootomische Material in einer seiner Bedeutung entsprechenden Form zu ordnen und zur Feststellung gewisser Gesetzmässigkeiten der thierischen Gestaltung zu benutzen. Um sicher zu sein, dass nichts unterliefe, was gegen exacte Forschung zeugt, habe ich in der Einleitung die Aufgabe und Methodik der Morphologie in einer wie ich glaube stren-

Digitized by Google

geren Weise, als es bisher geschehen ist, entwickelt. Bin ich nun auch überzeugt, dass ich das mir vorgesteckte Ziel an vielen Stellen nicht erreicht habe, so glaube ich doch meine Arbeit der Öffentlichkeit übergeben zu dürfen, da sie neben dem, was sie etwa positiv werthvoll machen würde, darauf weist, wo Lücken sind. Und die Erkenntnis dieser ist ja überall der Wendepunkt zum Fortschritt.

Meinem Plane gemäss habe ich überall die Form des Thieres und seine anatomische Zusammensetzung in den Vordergrund gestellt, als dasjenige, dessen Erklärung ich zu unternehmen versuchte. Nach den Beziehungen, welche nun die Thiere in dieser Beziehung erkennen lassen, habe ich das Ganze in vier Bücher getheilt, deren Stellung zu einander für sich verständlich ist. Ich glaube aber zur Beurtheilung der Ausdehnung, in welcher ich die jedem Buche zugehörige Summe von Einzelheiten genommen habe, einige Worte sagen zu müssen. Der vergleichenden Gewebelehre, als dem Nachweis der elementar gleichen Zusammensetzung und deren gesetzmässigen Modificationen, musste schon deshalb ein etwas weiter Raum gestattet werden, als hier die so zerstreuten Thatsachen zum ersten Male in einer das ganze Thierreich consequent umfassenden Ausdehnung zusammengestellt wurden. Dasselbe gilt von der vergleichenden Embryologie. Hierbei habe ich jedoch noch zu bemerken, dass es mir vor Allem darauf ankam, den Aufbau des Thierkörpers als eines eine bestimmte Form und Zusammensetzung zeigenden nachzuweisen. Dies konte jedoch bei Behandlung grösserer Gruppen nur durch möglichstes Anschliessen an die allgemeineren morphologischen Verhältnisse der betreffenden Classen geschehen. Es wurde daher manches specielle Material unberührt gelassen oder nur seiner allgemeinen

Tragweite nach benutzt. Mit Absicht habe ich besonders bei der Entwickelung der einzelnen Classen manche sich scheinbar von selbst bietenden allgemeineren Beziehungspunkte nicht erwähnt, um die Formenbildsamkeit möglichst rein darstellen zu können. Im dritten Buche wäre vielleicht zu erwarten gewesen, dass ich die constanten Modificationen der Typen, wie sie in den Familien und Ordnungen auftreten, beschriebe; indess konte hiervon um so eher abgesehen werden, als einmal die auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen noch nicht gar weit gediehen sind, und die speciell zootomische Beschreibung dieser Gruppen unter Benutzung des mitgetheilten Classengesetzes leicht zur Erklärung der dabei auftretenden Verhältnisse benutzt werden kann. Was endlich die allgemeinen Bildungsgesetze des vierten Buches betrift, so habe ich vorgezogen, das dort Mitzutheilende aphoristisch zu halten, weil der inductive Nachweis des allgemeinsten Gesetzes zunächst auf dergleichen Hauptmomente führt, deren Vereinigung zu einer in sich geschlossenen Form aber das Schwerste und mit Bezug auf speculative Verirrungen, welche nirgends leichter vorfallen als dort, das Gefährlichste ist, was die Morphologie bietet.

Zur Bestätigung der von den verschiedensten Seiten her gemachten Erfahrungen musste möglichst viel selbst untersucht werden. Natürlich kann ich mir das nicht nachrühmen, dass ich Alles, was ich hier gebe, mit eigenen Augen geprüft hätte; aber doch einen recht hübschen Theil davon. Bei den bezüglichen Arbeiten kam es mir weniger darauf an, Neues über einzelne Thierformen aufzufinden, als unter möglichster Orientirung über die gesammten Organisationsverhältnisse in diesen Anknüpfungspunkte zu einer allgemeineren Besprechung zu erhalten. Als Binnenländer musste ich

das Meer schmerzlich vermissen. Doch war ich so glücklich, unter Freundeshilfe seinen Schätzen für ein halbes Jahr mich widmen zu können. Und wenn ich hier meinem lieben Freunde Prof. *Henry Acland* in Oxford nochmals recht herzlichen Dank sage, so möge er daraus sehen, wie bestimmend seine grosse Freundlichkeit für mich war, und wie ich mir ernstlich Mühe gebe, das durch seine Freundschaft in den Bereich meiner Erfahrung Gelangte möglichst zu verwerthen.

Leipzig, Ende September 1853.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNIS.

Einleitung.

Seite

§. 1. Charakterisirung der einzelnen Theile der Zoologie 3
§. 2. Methodik derselben 10
§. 3. Methodik der systematischen Zoologie 12
§. 4. Methodik der Physiologie 18
§. 5. Thierische „Form". Aufgabe der Morphologie 22
§. 6. Methodik der Morphologie. (? Vergleichung.) 30

Erstes Buch.

Über die allmähliche Complication des thierischen Baues.

1. Capitel. Unterschied zwischen Thier und Pflanze.

§. 7. 39

2. Capitel. Übersicht der einzelnen Organe.

§. 8. Organe zur Erhaltung des Individuum 46
§. 9. Organe zur Erhaltung der Art 51
§. 10. Organe zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt 57
§. 11. Nervensystem und Sinnesorgane 58
§. 12. Muskelsystem und Bewegungsorgane 70

3. Capitel. Hauptsätze der vergleichenden Gewebelehre.

§. 13. Elementartheile 75
§. 14. Morphologie der Zellen 76
§. 15. Zellenbildung 85
§. 16. Antheil der Zellen an der Bildung der Gewebe 89
§. 17. Morphologie der Gewebe 92
§. 18. Übersicht der Organe 111
§. 19. Von den Systemen 113
§. 20. System der äusseren Haut 113
§. 21. Darmsystem 120
§. 22. Gefässsystem 131
§. 23. Respirationssystem 142

Digitized by Google

Seite

§. 24. Harnsystem 147
§. 25. System der Fortpflanzuhgsorgane 153
a) Histiologie der Generationsorgane 154
b) Morphologie der Geschlechtsproducte 172
c) Neomeletische Organe 194
§. 26. Nervensystem und Sinnesorgane 196
§. 27. System der activen Bewegungsorgane 217
§. 28. System der passiven Bewegungsorgane 225

4. Capitel. Über die Gesammtform des thierischen Körpers.

§. 29. Mannichfaltigkeit derselben in der Thierreihe 233
(Gesetz der vegetativen Gleichheit.)
§. 30. Zusammenhang derselben mit der Organisation der Thiere 241
(Gesetz der Correlation der Theile.)

5. Capitel. Über die dreifache Complication des thierischen Baues.

§. 31. Darstellung derselben 244
§. 32. „Niedere“ und „höhere“ Thiere 247

Zweites Buch.

Bildungsgesetze der Individuen.

(Vergleichende Entwickelungsgeschichte.)

6. Capitel. Die thierischen Individuen und ihre verschiedenen Formen.

§. 33. Feststellung des Begrifs Individuum 251
§. 34. Verschiedene Formen der Individualität 255

7. Capitel. Über Entwickelung und ihre verschiedenen Formen.

§. 35. Entwickelung im Allgemeinen 258
§. 36. Verschiedene Formen derselben 261
§. 37. Einfach continuirliche Entwickelung 263
§. 38. Metamorphose 264
§. 39. Entwickelung mit Metagenese 268
§. 40. Darstellung der Entwickelungsreihe im Thierreich 275

8. Capitel. Die Brutpflege, Neomelie.

§. 41. Allgemeiner Charakter derselben 278
§. 42. Verschiedene Formen derselben 280

9. Capitel. Die ersten Entwickelungserscheinungen im Ei.

§. 43. Furchungsprocess 283
§. 44. Umhüllungshaut. Eintheilung der Entwickelung nach der Form . . 286

10. Capitel. Entwickelung der einzelnen Classen.

§. 45. Protozoen 291
§. 46. Anthozoen 297
§. 47. Hydroiden und Acalephen 300

Digitized by Google

Seite
§. 48. Echinodermen . . . 309
§. 49. Würmer . . . 322
§. 50. Würmer (Anneliden) . . . 329
§. 51. Arthropoden im Allgemeinen . . . 333
§. 52. Crustaceen . . . 335
§. 53. Arachniden . . . 339
§. 54. Insecten . . . 341
§. 55. Mollusken im Allgemeinen . . . 344
§. 56. Tunicaten . . . 345
§. 57. Acephalen . . . 349
§. 58. Cephalophoren . . . 351
§. 59. Cephalopoden . . . 357
§. 60. Wirbelthiere im Allgemeinen . . . 361
§. 61. Fische . . . 364
§. 62. Amphibien . . . 369
§. 63. Reptilien . . . 373
§. 64. Vögel . . . 376
§. 65. Säugethiere . . . 378
(Organologische Entwickelung der Wirbelthiere) . . . 382

11. Capitel. Über den Werth der Entwickelungsgeschichte.

§. 66. Bedenken gegen die „genetische Methode“ . . . 386
§. 67. Tragweite der Entwickelungsgeschichte.
a) in Bezug auf Morphologie . . . 387
b) in Bezug auf Physiologie . . . 390
c) in Bezug auf Systematik . . . 390

Drittes Buch.

Bildungsgesetze der einzelnen Classen.

12. Capitel. Begrenzung der einzelnen Typen.

§. 68. Morphologische Beziehung der kleineren Gruppen . . . 395
§. 69. Classentypen. Werth des Correlationsgesetzes . . . 396

13. Capitel. Protozoen.

§. 70. Infusorien und Rhizopoden . . . 399

14. Capitel. Strahlthiere.

§. 71. Im Allgemeinen . . . 403
§. 72. Coelenteraten . . . 404
§. 73. Echinodermen . . . 409

15. Capitel. Würmer.

§. 74. Im Allgemeinen . . . 414
§. 75. Anenteraten . . . 417
§. 76. Apoden . . . 418
§. 77. Annulaten . . . 422

16. Capitel. Arthropoden.

§. 78. Im Allgemeinen . . . 425
§. 79. Crustaceen . . . 428

Digitized by Google

Seite
§. 80. Arachniden 434
§. 81. Insecten 437

17. Capitel. Mollusken.
§. 82. Im Allgemeinen 440
§. 83. Tunicaten und Acephalen 445
§. 84. Cephalophoren 448
§. 85. Cephalopoden 451

18. Capitel. Wirbelthiere.
§. 86. Im Allgemeinen 454
§. 87. Fische 461
§. 88. Amphibien 467
§. 89. Reptilien 470
§. 90. Vögel 473
§. 91. Säugethiere 476

Viertes Buch.
Allgemeine Bildungsgesetze der Thiere.

19. Capitel. Möglichkeit allgemeiner Bildungsgesetze.
§. 92. Bestimmbarkeit derselben 483
§. 93. Werth derselben 485

20. Capitel. Reihenfolge der Typen.
§. 94. 486

21. Capitel. Versuch einer allgemeinen Morphologie.
§. 95. Gesammtform des Thieres 489
§. 96. Vegetative Organgruppen 492
§. 97. Animale Organgruppen 495
§. 99. Allgemeine Topographie thierischer Körper 499

Schlussbemerkungen.
§. 99. Verwerthung der Organisationsgesetze 502
§. 100. Rückblick 505

Digitized by Google

EINLEITUNG.

§. 1.

Jedes thierische und allgemein organische Wesen kann unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden; einmal im Zustande der organischen Ruhe, das andre Mal im Zustande der Thätigkeit, oder als fähig zu leben und als wirklich lebend. Hierauf gründete *Blainville* die Eintheilung der Biologie in eine statische und eine dynamische. Die Beobachtung und Untersuchung der organischen Geschöpfe als wirklich lebend machen den Gegenstand der Physiologie aus; die andre Seite biologischer Forschung dagegen führt auf zwei ihrem innersten Wesen nach verschiedene Zweige der wissenschaftlichen Erkenntnis. Der eine hiervon ist das Streben nach einer vollständigen Classification der Pflanzen und Thiere, die organische Systematik, Biotaxie, welche sich vorläufig mit dem Aufsuchen der Verwandtschaft der organischen Geschöpfe beschäftigt; der andre ist die Kenntnis von der äussern und innern Gestaltung derselben, die Anatomie, pflanzliche und thierische Formenlehre, Morphologie. In beiden wird die Organisation der Pflanze, des Thieres untersucht, jedoch bloss bei der letzteren als Object, bei der ersteren nur als Mittel zum Zweck. Während die Systematik nur soviel anatomische Thatsachen zu verwerthen braucht, als nach später zu erörternden Gesetzen die organische Verwandtschaft zu ihrem Nachweise bedarf, sind die organischen Formen an sich der Gegenstand der letzteren.

Wenn nun auch trotz der Verschiedenheit des Objectes die Methoden der einzelnen Zweige der Zoologie nicht von einander verschieden sind, was im Folgenden noch besonders ausgeführt werden wird, so gibt sie uns doch die Möglichkeit an die Hand, die Stellung der verschiedenen Theile der Biologie zu einander, — welche alle in dem einen Endziele zusammentreffen, jene Gruppe von Erscheinungen an organisierten Wesen, die man gewöhnlich Leben nennt, ihrem

gesetzmässigen Zusammenhange nach zu erkennen, — schärfer zu charakterisiren.

Was zunächst die Systematik betrifft, so ist sie in dem gleich näher zu bestimmenden Sinne eigenthümlich charakteristisch für den heutigen Zustand der Biologie, als Wissenschaft der organischen Natur. Die Mineralogen haben eine verhältnismässig vollendetere Classification, was zum grossen Theil von den einfacheren Beziehungen und wol auch von der vergleichsweise geringeren Zahl der zu classificirenden Körper abhängt, obgleich hier nicht die Repräsentanten aller jener Sammlungen von Körpern, die man Species nennt, wie in der organischen Natur Individuen oder deren Associationen sind, und viele Species von Mineralkörpern gebildet werden, denen jede wesentliche Gestaltung, jede räumliche Individualisirung abgeht[1]). Muss sich hiernach allerdings der Begriff der mineralogischen Species schon anders gestalten, so fehlt dem Mineralreich einmal auch noch das, an was uns das Wort Verwandtschaft gemahnt und was mit vielem andern der Anwendung einer strengen Classification der organischen Naturkörper so viele Schwierigkeiten in den Weg legt. Diese Verwandtschaft hält wol in ihrem engsten Grade die Glieder einer organischen Species zusammen, vermittelt jedoch auch in den ferneren den Zusammenhang der Gattungen und Familien. Diesen ferneren Graden der organischen Verwandtschaft liegt nun aber etwas zu Grunde, was dem Mineralreich gleichfalls fern ist, nämlich das nothwendige Verhältnis des organisierten Wesens zu dem umgebenden Medium und die trotz der Verschiedenheit des letzteren sich ähnlich bleibenden Formen. Wenn wir nämlich Leben die Thätigkeitsäusserungen der Summe derjenigen Eigenschaften nennen, vermöge deren die organischen Körper unter gewissen äusseren und inneren Bedingungen sich zu ernähren und fortzupflanzen fähig sind, so fällt uns schon bei oberflächlicher Betrachtung auf, dass trotz der unendlichen Mannigfaltigkeit der Formen in der organischen Natur diese doch nicht für jede Verschiedenheit der äussern Bedingungen verschieden geformte und nicht für jede Gleichheit derselben gleich geformte Geschöpfe hervorgebracht, sondern sich an verhältnismässig wenig, einer grösseren oder geringeren Ausdehnung fähige Hauptformen gehalten hat, deren schon oberflächliche Ähnlichkeit uns an eine alte ächt verwandtschaftliche Beziehung erinnert.

Während daher der Mineralog seine Species auf die absolute oder relative Identität der Eigenschaften aller zu derselben gehörenden

1) S. *C. F. Naumann*, Elemente der Mineralogie. 3. Aufl. 1852. p. 2.

Mineralkörper gründet und diese nach derselben wirklich classificiert, wobei er jedoch nicht umhin kann, nicht bloss ideale, sondern reale Übergänge verschiedener Species ineinander anzunehmen,[2]) so hat der systematisirende Botaniker und Zoolog die weit schwierigere Aufgabe, die organischen Geschöpfe mit der Masse ihrer häufig noch nicht einmal hinreichend gekannten Merkmale zu classificiren und, da dies, wie später gezeigt werden wird, jetzt kaum mit irgend einem Anspruch auf wissenschaftliche Vollständigkeit erreicht werden kann, sie vorläufig unter der doppelten Beziehung ihrer Organisation und ihrer äussern Lebensverhältnisse in kleinere und grössere, mehr oder weniger verwandte Gruppen zu ordnen, die sich dann in ihrer Naturgeschichte zu einem grossen Natursysteme vereinigen.

Wenn ich so dem *Systema naturae* einen andern Sinn beilege, als *Cuvier*, der dasselbe einem grossen Cataloge vergleicht, in dem man die ihre Unterscheidungsmerkmale bei sich tragenden Geschöpfe leicht finden und mit dem ihnen durch Übereinkunft gegebenen Namen bezeichnen kann[3]), wenn ich die Systematik höher stelle, als *Schleiden*, der sie nur Dienerin der eigentlichen Wissenschaft und nur Fortsetzung der schon beim Kinde beginnenden Übung in der Unterscheidung und Benennung der einzelnen Gegenstände nennt[4]), so verkenne ich doch durchaus nicht die wissenschaftliche Bedeutung einer strengen Classification, die das einstige Endziel unsrer jetzigen systematisirenden Bestrebungen sein muss, darf aber auf der andern Seite wol hoffen nicht misverstanden zu werden, wenn ich mit Rücksicht auf die gegenwärtige Form unserer classificatorischen Bemühungen und auf die Verwandtschaft gewisser Formen der organisierten Wesen daran erinnere, dass die erstgeschaffenen Formen, welche uns aus den anerkannt ältesten geologischen Lagern als Zeugen einer früheren, der ersten wenigstens näher stehenden Schöpfung entgegentreten, ausser ihrem organischen Charakter nur den allgemeinen der Gruppe zeigen, zu welcher wir sie stellen, dass wir sie also, natürlich nur in einem durch den absoluten Mangel eines möglichen Beweises beschränkten Sinne, als die Urahnen betrachten können, aus denen durch fortgesetzte Zeugung und Accomodation an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichthum der jetzigen Schöpfung entstand.

Der Systematiker muss nun allerdings die morphologischen Verhältnisse der Geschöpfe berücksichtigen, die er zu classificiren oder

2) S. *C. F. Naumann*, a. a. O. p. 166. Anm.

3) *Le règne animal distribué d'après son organisation*. 2. *édit*. *I*. *p*. 7.

4) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 3. Aufl. I. p. 9.

deren Verwandtschaft er zu ermitteln strebt, jedoch nicht um sie zum Gegenstand einer wissenschaftlichen Erklärung zu machen, sondern nur insofern durch sie die Verwandtschaft zwischen verschiedenen Abtheilungen ausgesprochen wird. Für verschiedene Gruppen des Pflanzen- und Thierreichs wird es daher dem classificirenden Botaniker und Zoologen in verschiedenem Grade geboten sein, mehr oder weniger tief auf die Organisationsverhältnisse einzugehen. Liegt es daher auf der Hand, dass die Vorarbeit für die thierische Morphologie, die Zootomie, gleichzeitig der Systematik Material für ihre Zwecke an die Hand gibt, so berechtigt doch die eigenthümliche Art, wie die letztere dasselbe verwendet, diese zu einer selbständigen Stellung, als eine der Morphologie coordinierte Wissenschaft. Dies wird noch dadurch erwiesen, dass auch die Systematik, wie die gleich zu besprechende Morphologie, von der Physiologie an sie gestellte Fragen zu beantworten hat, und zwar wiederum in der ihr eigenthümlichen Weise.

Haben wir nun die heutige Systematik wesentlich als eine organische Verwandtschaftslehre erkannt, so tritt uns in den noch übrigen Zweigen der Biologie die Betrachtung der organischen Geschöpfe an sich nahe, und hier wird, unter Festhaltung der obigen Definition von Leben, gleich das Bedürfnis fühlbar, die Untersuchung über das gesetzmässige Auftreten der Lebenserscheinungen zu spalten in die Betrachtung des Substrates, an dem dieselben vor sich gehen, und in die Erforschung der Bedingungen, unter welchen dies Substrat jene Erscheinungen wirklich zeigen kann und welche Veränderungen es dabei selbst zeigt, welchem Bedürfnisse, wie erwähnt, *Blainville* nachgab[5]), und was, obschon lediglich auf den Menschen sich beziehend, der alten Eintheilung in Anatomie und Physiologie zu Grunde liegt.

Eine Untersuchung der lebensfähigen organisierten Substrate ergibt uns nun zunächst, dass sie alle eine wesentliche, in ihren Elementen sich sogar gleichbleibende Gestaltung besitzen. Auch hier lässt sich, besonders mit Rücksicht auf die gleiche Form der Elementartheile, voraussagen, dass die Form eng mit der Mischung zusammenhängen wird, wie im Mineralreiche. Die Anatomie umfasst daher die Kenntnis der chemischen sowol als morphologischen Zusammensetzung und Gestaltung der organischen Geschöpfe. Da wir jedoch ebensowenig als die Mineralogen so weit in unseren Untersuchungen vorgeschritten sind, das Gesetzmässige dieses Zusammenhanges im allgemeinen zu eruiren, obschon für die Elementartheile wenigstens

5) *De l'organisation des animaux. Paris* 1822. *I. p. VIII.*

manch glückliche Vorarbeit dazu gemacht worden ist, so hat sich zunächst die Untersuchung des Chemismus der organischen Natur als besonderes Studium von der Morphologie getrennt. Man darf jedoch darüber nicht vergessen, dass die Kenntnis der chemischen Natur des lebensfähigen Substrates einen integrirenden Theil dieser Seite der statischen Biologie ausmacht, insofern die während des Lebens auftretenden chemischen Vorgänge nicht verstanden werden könten ohne das Verständnis der chemischen Mittel, die das Substrat mit sich bringt; obschon nicht zu leugnen ist, dass diese letzteren häufig erst während des Lebens erkannt werden, was aber mehr von der späten Entwickelung dieses Zweiges und der Schwierigkeit seiner Untersuchung abhängt, als es seine Stellung beeinträchtigt.

Ist es nun wol keinem Zweifel unterworfen, dass von der Chemie und der Erforschung der ihr so nahe liegenden elementären physikalischen Vorgänge die wichtigsten Aufschlüsse über die Erscheinungen des Lebens zu erwarten sind, so ist dabei doch nicht zu übersehen, dass bei Betrachtung des Lebens als ein wesentlich sich betheiligendes Moment die Form hervortritt, theils als Resultat der chemischen Zusammensetzung, theils als mechanisches Hilfsmittel zur Erleichterung vieler Processe. Bei der ausserordentlichen Complication organischer Formen ist vorläufig von einer allgemein mathematischen Behandlungsweise derselben abzusehen. Um so dringender stellt sich aber das Bedürfnis heraus, die Gesetzmässigkeit zu erforschen, soweit sie sich ohne Mathematik eruiren lässt, wodurch der Begriff „Form" schon eine andre Ausdehnung erhalten muss, worauf hier vorläufig aufmerksam zu machen ist. Unter Gesetz können wir nichts andres verstehn, als einen Ausdruck für die constante Wiederkehr bestimmter Natur-Erscheinungen unter gleichen Bedingungen (ebenso wie wir dem constanten Verhältnisse zweier Körper zu einander eine Kraft als Ursache unterlegen).[6]) Tragen wir dies auf die organischen Geschöpfe über, deren wesentlichste Erscheinung ihre Form ist, so erhalten wir als Vorlage der Morphologie zunächst die Constanz bestimmter Formen.

---

6) Mehr unter Gesetz zu verstehen, würde leicht von der Realität der Natur abführen. Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass bei der Zulassung des Causalbegrifs (dessen Nothwendigkeit besonders psychologisch zu deduciren wäre) jedes Causalverhältnis sich in ein Gesetz verwandeln würde, da dann ja die Form der eine Ursache begleitenden Folge constant dieselbe sein muss, so oft nur die Ursache auftritt. Die obige Erklärung eines Gesetzes weist übrigens auf die durch Induction erfolgende Entdeckung des Gesetzes hin, und hierbei hat sich meiner Ansicht nach die exacte Naturforschung vorläufig zu beruhigen.

Gehen wir einen Schritt weiter, so finden wir, dass gewisse, bestimmte Formenspecialitäten bedingende allgemeine Organisationsverhältnisse einzelner Gruppen organischer Wesen wieder in einer constanten Beziehung zu einer höhern organischen Einheit stehen. Hieraus ergibt sich dann die später noch näher zu betrachtende Aufgabe der Morphologie, zu untersuchen, in welcher constanten Beziehung die Form in einzelnen Abtheilungen zu ihrer Gesammtorganisation, diese zu der anderer Gruppen u. s. w. steht, mit einem Worte, die Organisationsgesetze im einzelnen wie im allgemeinen zu entwickeln.

Der Verwandtschafts- und Formenlehre stand als andre Seite der Biologie die Physiologie gegenüber, die Lehre von den Lebenserscheinungen und deren gesetzmässigem Auftreten und Zusammenhange. Nach den vorangehenden Auseinandersetzungen brauche ich dies kaum noch näher zu bestimmen. Nur eines Umstandes muss mit ein paar Worten gedacht werden. Geleitet von der Idee, dass die Äusserung der Lebenserscheinungen wie an innere, so an äussere Bedingungen gebunden ist, schlug *Blainville* vor, das Studium der letzteren als die Lehre von den Medien von der anatomischen Seite der Physiologie zu trennen und es ist diese Trennung neuerlich von einigen französischen Physiologen, besonders durch *Aug. Comte's* Einfluss aufgenommen worden, wobei man sich unter anderem auf die Hygiëne, als die praktische Seite dieser „*science des milieux*" berief[7]). Indess ist diese Trennung nicht durchzuführen. Die integrirenden Lebensreize haben allerdings lange Zeit eine Rolle in den physiologischen Lehrgebäuden gespielt, man erkennt sie auch jetzt noch an, belegt sie nur vielleicht mit einem andern Collectivnamen. Man würde aber wol die Betrachtung derselben schon längst von dem andern Theile der Physiologie gesondert haben, wenn dies wirklich ein Bedürfnis der Wissenschaft wäre, was *Aug. Comte* und seine Schule wol nicht ganz mit Recht aus dem Umstande folgerte, dass *Hippocrates* ein Buch *de aëre, aquis et locis* geschrieben hat. So sehr ich der Überzeugung bin, dass durch bündige Systematisirung einer Wissenschaft viel für dieselbe gewonnen wird, da durch dieselbe die Aufgaben eines jeden Zweiges derselben schärfer hervorzutreten pflegen, so glaube ich doch, dass bei Trennung der Lehre von den Medien von der übrigen Physiologie das thatsächliche Verhalten beider Theile aus den Augen verloren werde. Dieselbe stützt sich nämlich

7) So *Ch. Robin, du Microscope etc. suivi d'une classification des sciences fondamentales. Paris* 1849. 2de *Partie p.* 133; auch *L. A. Segond, Histoire et systématisation générale de la Biologie. Paris* 1851. *p.* 117.

doch nur auf die Thatsache, dass Leben ohne Medium ebensowenig als ohne das organisierte lebensfähige Geschöpf gedacht werden kann. Aber durch den Eintritt des Lebensprocesses wird das Medium erst Medium, wie ja ein auf die morphologische Anordnung seiner Theile untersuchtes Thier durch diese allein noch nicht lebt. Wie ferner alle Erscheinungen der Natur, die wir Kräften unterordnen, auf Gegenseitigkeit beruhen, so kann auch eine einseitige Einwirkung des Medium auf das lebensfähige Geschöpf nicht gedacht werden. Es wird daher in demselben Grade durch das Leben modificiert werden, als dies durch jenes. Der Begriff Leben wird daher zerrissen, wenn wir das Medium von ihm nehmen und ebenso der eines Medium, wenn wir es vom Leben trennen wollen. Man könte nun hier vielleicht noch einwenden, dass die Methodik des physiologischen Studium eine solche Trennung begünstige. Indess kann auch dies nicht angenommen werden, da die Aufgabe desselben das Leben ist, was ja eben nur auf einer Wechselwirkung zwischen Medium und organischem Substrate beruht, das Medium ohne Leben aber füglich der Naturlehre überhaupt überlassen werden kann und muss, wie ja schliesslich alles in der Natur in näherer oder entfernterer Beziehung zum Leben der organischen steht.

Mit dieser Erforschung der constanten Wechselwirkung zwischen lebenden Wesen und dem sie umgebenden Medium bleibt der Physiologie daher die wichtige Arbeit, die vitalen Eigenschaften des lebensfähigen Substrates zu untersuchen, sie auf allgemeine Eigenschaften der Materie zu reduciren, chemische sowol als physikalische, und die Bedingungen festzustellen, unter denen sie als Theile und Formen des Lebensprocesses sichtbar werden, um hieraus „die Leistungen des Thierleibes festzustellen und sie aus den elementären Bedingungen desselben mit Nothwendigkeit herzuleiten“[8]). Wenn auch hier schon für die Ernährung, diesen Hauptfactor des Lebens, vieles geleistet worden ist, so bleibt doch noch genug der Arbeit für manche Generation. Müssen denn nicht auch die verschiedenen Zustände der Beseelung der organisierten Geschöpfe einer eben so streng wissenschaftlichen Prüfung unterworfen werden, und haben wir hier nur Vorarbeiten genug, um dieselbe als eine bestimmte Eigenschaft der Substanz oder als eine bestimmte Combination unter gewissen Bedingungen sich äussernder Eigenschaften jeder, nicht bloss der organisierten Materie bezeichnen zu können?

Hiermit schliesst der Bereich der exact wissenschaftlichen Be-

---

8) *Ludwig*, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Heidelberg 1852. I. p. 1.

handlungsfähigkeit der organischen Natur ab, und es ist nur noch nöthig, einer andern Auffassungsweise zu gedenken, die ich die ethische nennen möchte. Sie gründet sich auf die jedes unbefangene Gemüth eigenthümlich ergreifende Einheitlichkeit der Natur, die jedes Geschöpf als ein vielleicht unbedeutendes, aber doch wesentliches Rad in dem grossen mechanischen Getriebe des allgemeinen Weltlebens erkennen lässt. So viel Reiz diese Art der Naturbetrachtung nun auch gewährt, so ist doch der Gewinn, den die wissenschaftliche Behandlung derselben hieraus zieht, nur unbedeutend zu nennen. Verfolgt man nämlich diesen Ideengang weiter, so gelangt man zu der erhebenden Vorstellung eines allweisheitsvollen Zusammenwirkens aller Naturerscheinungen, aus der man dann die Idee einer Verkettung von Zwecken entnimmt, um sie den einzelnen Erscheinungen unterzulegen. Es ist nun wol mit grossem Danke anzuerkennen, wenn besondere Bestrebungen darauf gerichtet werden, zu zeigen, dass die Mittel, die materiellen Substrate, an denen und durch welche bestimmte Erscheinungen hervorgebracht werden, äusserst zweckmässig angewendet worden sind; indess werden diese doch niemals die wissenschaftliche Erklärung irgend eines Naturvorganges zu fördern im Stande sein, da sie ja weiter nichts zu beweisen vermögen, als dass der Complex der Bedingungen, unter denen ein gegebenes Naturereignis geschieht oder ein lebendes Wesen lebt, wirklich erfüllt ist, dass also das, was eben geschieht, wirklich geschehen kann und soll, wovon ja der Act des Geschehens selbst der hinreichende Beweis ist[9]). Wie dies für die Natur im ganzen wahr ist, so kann es auch auf jeden einzelnen Vorgang in der organischen Welt angewendet werden. Aber auch hier haben diese teleologischen Ansichten nur einen relativen Werth, indem sie niemals als Erklärung von Thatsachen dienen, sondern nur als Ausgangspunkte deductiver Gedankenreihen benutzt werden können[10]), wodurch sie allerdings als Hypothesen Bedeutung erlangen, wovon unten.

§. 2.

Im vorhergehenden wurden die einzelnen Theile der Zoologie in Umrissen charakterisiert. Es ist nun nöthig die Möglichkeit ihrer

---

9) Eine viel wichtigere Frage ist aber die häufig damit verwechselte, welche Bedingungen vorhanden sein, und wie sie sich verbinden müssen, um ein bestimmtes Resultat entstehen zu lassen, eine Frage, die in der erwähnten Aufgabe der Physiologie enthalten ist. Vergl. übrigens den nächsten Paragraphen.

10) Vergl. hierüber noch: *Lotze*, allgemeine Physiologie des körperlichen Lebens. Leipzig 1851. p. 49 ff.

wissenschaftlichen Begründung nachzuweisen. Sollte dies auch, als von selbst verständlich, eine sehr müssige Frage scheinen, so wird sich doch aus dem Folgenden ergeben, dass eine Erörterung derselben nicht ganz überflüssig ist, um so weniger als man besonders in neuerer Zeit fast zu verzweifeln angefangen hat, das massenhaft, aber chaotisch vorliegende Material benutzen und sichten zu können. Da die überschwengliche Mannichfaltigkeit der thierischen Formenwelt und die zahllosen Modificationen, die das thierische Leben zeigt, das Object der Zoologie bilden, so würden die einzelnen durch die zunehmende Zahl der Beobachter sich mehr und mehr anhäufenden Thatsachen vollkommen unverwerthet liegen bleiben, wenn nicht in den meisten derselben, sei es durch ihr eigenthümliches Wesen, sei es durch die Untersuchungsweise des Entdeckers, ein Anknüpfungspunkt an andre zu finden wäre. Man hat nun wol für kleinere Kreise diesen benutzt und ein wissenschaftliches Gewebe zu bilden gesucht. Wie es jedoch für unsre Zeit charakteristisch ist, dass fast alle Wissenschaften sich in endlose Specialitäten verlieren und nur selten zu dem rothen Faden ihrer Entwickelung zurückkommen, so scheute man sich auch in der Biologie vor Anwendung selbst der ungefährlichsten Denkprocesse, obgleich die mit der Erkenntnis sich stetig entwickelnde Sprache durch die ihr gewordenen Bereicherungen an abstracten, allgemeineren Worten das stetige, wenn auch langsame und verheimlichte Vorschreiten der Wissenschaft verrieth. Wenn nun auch diese, ich möchte sagen, enthymematische Äusserungsweise des wissenschaftlichen Fortschrittes durchaus ungefährlich ist, da jedes Resultat sich früher oder später selbst beweist oder vernichtet, sich auch leicht beweisen oder widerlegen lässt, so ist es doch für die Wissenschaft selbst und besonders für das Studium derselben nöthig zu untersuchen, auf welche Weise sie ihre Erkenntnis durch Denken erweitern darf und soll, d. h. welcher Methoden sie sich bedient.

Zuvörderst muss hier des Sinnes gedacht werden, in dem das Wort „Methode“ gebraucht wird und allein werden sollte. Man spricht, und besonders häufig in den Naturwissenschaften, von einer Methode der Beobachtung, der experimentellen Methode u. s. w. Insofern damit nur der Weg bezeichnet werden soll, auf dem man unabhängig von anderen Thatsachen neue finden kann, wäre dagegen nichts einzuwenden. Werden dieselben aber mit methodischen Formen der Forschung coordiniert, wie mit der Methode der Induction, der Vergleichung u. s. w., will man ihnen also eine logisch formale Bedeutung geben, so ist dies ein grober Verstoss gegen die Logik. So lässt z. B. *Aug. Comte* der Physik und Chemie nur die Methoden

der Beobachtung und des Experiments, während die Biologie noch die vergleichende Methode besitzen soll[1]). Es kann jedoch weder eine Beobachtung noch ein Experiment ohne Anwendung einer heuristischen Methode des Denkens für die Wissenschaft verwerthet werden, wie ja kein Experiment überhaupt ohne eine solche angestellt wird (oder werden sollte) und selbst nur wenig Beobachtungen direct dem wissenschaftlichen Gebäude einverleibt werden können. Wenn wir selbst hier zugeben, dass man wol fühlte[2]), dass es nur darauf ankäme, die Natur richtig zu fragen, so liegt ja eben hierin der Hinweis auf einen ausserhalb des Objects liegenden Zusammenhang zwischen der neu aufzustellenden Frage und schon bekannten Thatsachen. Das wichtigste bei jedem Experiment ist daher die Frage, um deren willen wir erst zu dem Versuche schreiten; der Weg, den wir zur Erlangung von Antworten einschlagen, hat mit der Philosophie der Wissenschaft nichts zu thun, sondern richtet sich ganz nach dem praktischen Wesen des Objects derselben. Beobachtung und Experiment sind daher in diesem Sinne keine Methoden[3]).

Fragen wir nun aber, welche Methoden finden in den Naturwissenschaften, und *in specie* in der Zoologie ihre Anwendung, so hätten wir zu antworten: alle systematischen und heuristischen Formen des Denkens. Es kommt uns jedoch nicht auf eine Entwickelung dieser an, die man in jeder guten Darstellung der Logik findet[4]), sondern auf eine Untersuchung, ob die verschiedenen Zweige der Zoologie ihnen eigenthümliche Methoden besitzen, oder welche derselben in ihnen vorzugsweise zur Anwendung gelangen.

§. 3.

Beginnen wir auch hier wieder mit der Systematik. Im vorhergehenden wurde dieselbe als besonders für unsre heutige Zoologie charakteristisch bezeichnet. Um nun den Unterschied zwischen den Systemen der Mineralogen und dem sogen. natürlichen Systeme der

1) *Cours de philosophie positive. Paris.*

2) Siehe *Stuart Mill*, Die inductive Logik, übers. von Schiel. Braunschweig 1849.

3) Die vier (fünf) Methoden der experimentellen Forschung, die *Mill* anführt, sind nur beispielsweise Anwendungen der Methode der Induction und Analogie, die übrigens auch bei Benutzung reiner Beobachtungen in Anwendung kommen, daher nicht bloss Methoden der experimentellen Forschung genannt werden dürfen.

4) Siehe besonders die Neue Darstellung der Logik von *M. W. Drobisch*. 2. Aufl. Leipzig 1851.

organischen Natur schärfer hervortreten zu lassen, will ich mit wenig Worten noch einmal die Charakteristik beider berühren. In der Zoologie nennen wir System eine Anordnung des ganzen Thierreichs in grössere und kleinere, mehr und weniger verwandte Gruppen, Ordnungen, Classen, die wieder zu anderen in näherer oder entfernterer Verwandtschaft stehen. Bei der Bildung dieser Gruppen gehen wir von den Arten aus, um die sich die anderen, verwandten Formen gruppiren, und verbinden dann diese kleinen Kreise mit ähnlichen zu grösseren. Der Vorgang ist also ein synthetischer (richtiger „inductiver", wie später gezeigt wird), und seine Umkehrung in eine analytische Form erst secundär. Wenn man hiergegen einwendet, dass die letztere geschichtlich früher aufgetreten sei, so verwechselt man die Classification der organischen Natur mit der jetzigen systematischen Anordnung ihrer Theile, welche beide von einander verschieden und erst künstlich, in den natürlichen Systemen, mit einander verbunden worden sind. Obschon man nämlich von jeher Versuche zur Classification des Thierreichs oder Pflanzenreichs gemacht hat, so sah man doch erst verhältnismässig spät ein, dass zur Aufstellung richtiger Eintheilungsgründe eine grössere Kenntnis einzelner Formen nöthig war, als man sie früher besass. Die auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen führten zu den natürlichen Systemen. Es sind hier, auf Rechnung der logisch-geordneten Classification, von einander unabhängige, zu Nebeneintheilungen führende Eintheilungsgründe gewählt, jedoch nicht mit einander verbunden worden, welche aber, da sie den Verwandtschaftsverhältnissen der betreffenden Formen entnommen, zur Bezeichnung derselben hinreichend sind. Das Resultat ist aber daher keine vollständige Classification, sondern nur ein Nebeneinanderstellen der sorgfältig beschriebenen und charakterisierten Gruppen. — Anders in der Mineralogie. Einmal liegt hier der Species Identität zu Grunde, wie erwähnt wurde, was an und für sich schon, wenn wir hier von den Übergängen einer Art in eine andre absehen, eine andre Stellung dieser zu den nächst höheren Gruppen zur Folge hat. Betrachten wir aber dann die Merkmale der Mineralkörper, so zeigt es sich, dass keins derselben in einer ähnlichen Art von Bedingungsverhältnis zur Form des ganzen steht, wie bei organischen Körpern, so lange man wenigstens nicht nachzuweisen vermag, dass eine bestimmte chemische Verbindung eine gewisse Form annehmen müsse. Da es daher einerlei ist, welches Merkmal man besonders hervorheben will, so wird der Versuch, die mineralogischen Species nach einzelnen Merkmalen in kleinere und grössere Gruppen zu ordnen mit verhältnismässig sehr kleinen enden und sich dann

in eine reihenförmige Anordnung auflösen müssen. Dagegen ist hier die Anwendung einer strengen Classification bei der Übersehbarkeit der Merkmale möglich und sie wird auch zum Ziele führen, und zwar um so vollständiger, je gleichmässiger die den Umfang des Minerals ausfüllenden Eintheilungsgründe mit einander verbunden werden, was in der sogenannten gemischten Classification angestrebt wird.

Beispiele der ersten Art, sogenannte combinatorische Classificationen, liegen in den Systemen von *Berzelius*, besonders in dem von *Nordenskiöld*, und dem neuen von *G. Rose* vor; Versuche der letzteren jedenfalls richtigeren Methode rühren von *Mohs*, *Naumann* (Lehrbuch 1828), *Breithaupt* u. a. her. Sogenannte natürliche Systeme, wie in der Botanik und Zoologie, gibt es in der Mineralogie eigentlich nicht, da der Fall nicht eintritt, dass die Strenge des logischen Verfahrens scheinbar zu Gunsten besonderer Formenverhältnisse aufgegeben werden müsste. Vielleicht werden später auch die botanischen und zoologischen Systeme, die doch vorläufig nur reihenförmige Anordnungen der verschiedenen organischen Geschöpfe sind, einer solchen strengeren Classification weichen oder in dieselbe sich auflösen. Da indess hierzu bei der unendlich grössern Zahl der nothwendig zu berücksichtigenden Merkmale noch keine Aussicht ist, wollen wir für jetzt festhalten, dass die organischen Formen in Gruppen nach ihrer Verwandtschaft nebeneinandergestellt, die Mineralien dagegen nach ihren verschiedenen Merkmalen Gegenstand einer vollständigen Classification werden; im Folgenden soll jedoch der Versuch gemacht werden, den Weg näher zu bestimmen, auf dem die natürliche Systematik in eine wissenschaftliche Classification übergeführt werden kann.

Da der Zweck einer jeden Eintheilung überhaupt der ist, theils durch dieselbe Ordnung in eine Mannichfaltigkeit von Begriffen zu bringen, theils sich darüber Gewissheit zu verschaffen, ob durch die gegebenen Begriffe die Erkenntnis des Gegenstandes nach ihrem ganzen Umfange erschöpft ist, so liegt es zunächst nahe daran zu denken, dass die biologische Classification den Zweck hat, die angeführten Verhältnisse auf die Leben besitzenden Geschöpfe anzuwenden, um damit das Studium der Lebensvorgänge selbst zu erleichtern, und dies bildet gewiss auch einen der Gründe zur Classification überhaupt. Ich sollte wol sagen den Hauptgrund. Da jedoch aus angeführten Gründen jetzt noch an keine Classification im strengsten Sinne zu denken ist, überhaupt die weite Ausdehnung der Biologie eine Spaltung derselben in grössere Haupttheile wenigstens praktisch fordert, so ist es wol erlaubt, auch unsrer heutigen Systematik vorläufig ein untergeordnetes Ziel zu stecken, d. h. sie als Vorarbeit zur wirklichen Classification zu betrachten, indem sie synthetisch durch Aufsuchen der Verwandtschaften immer grössere Gruppen bildet. Beide, Syste-

matik und Morphologie, kommen doch endlich an einem Punkte, dem Leben, zusammen.

Es ist hierbei noch zu bemerken, dass es verfehlt ist, die Form der jenem Endzwecke dienenden Classification im voraus bestimmen zu wollen; und gerade beim Thierreiche dürfte die Classification durch Reihen, die *A. Comte* und *Mill* als etwas so vorzügliches preisen, gerade am unhaltbarsten sein. Auf jeden Fall weist diese Reihe darauf hin, dass wir vorläufig nur eine sogen. combinatorische Classification besitzen, in denen die einzelnen nach disparaten Eintheilungsgründen gebildeten Gruppen unverbunden nebeneinander stehn.

Da es zur Anstrebung einer wissenschaftlichen Classification wichtig ist, die Zahl der Merkmale der einzutheilenden Gegenstände möglichst vollständig zu kennen, so ist die hauptsächlichste Vorarbeit für die zoologische Systematik die genaue anatomische und physiologische Untersuchung der Thiere. Da wir aber bei der grossen Formenverschiedenheit derselben die Systematik wieder als Leiter bedürfen und ebenso auch die schon erlangten Eintheilungsgründe in ihrer Anwendbarkeit prüfen müssen, so erhalten wir auf synthetischem Wege durch Bildung kleinerer und grösserer Gruppen ein System, was innerhalb einer, allerdings ziemlich engen, Grenze vollkommen richtig sein kann, jedoch erst durch eine wirkliche Eintheilung des ganzen Thierreichs bestätigt werden kann. Wie hat man nun bei dieser Synthese zu verfahren?

Die Bildung der Species, als der ersten natürlichen Gruppen, geht auf dem Wege der Induction vor sich, indem man von der Übereinstimmung einiger Merkmale auf die aller schliesst. Es ist dies jedoch nur eine unvollständige Induction, da die Zahl der untersuchten Individuen einer Species meist nur sehr gering ist; sie nähert sich aber durch die Zunahme dieser Zahl der vollständigen. Da man jedoch in der Praxis den Wunsch hat, ein gegebenes Individuum mit möglichster Sicherheit einer bestimmten Species zurechnen zu können, so hat sich das Bedürfnis geltend gemacht, unter den Merkmalen gewisse hervorheben zu können, auf deren alleiniger Übereinstimmung die Species schon gegründet werden darf. Das Auffinden dieser, in den verschiedenen Ordnungen des Thierreichs nur innerhalb verhältnismäsig geringen Weiten schwankenden Gruppe von Merkmalen ist durch den Erfahrungssatz erleichtert worden, dass Arten nur specifisch Gleiches erzeugen können, so dass die durch mehrere Generationen gleichen Merkmale als wirkliche Artmerkmale angesehen werden können. Dieser Erfahrungssatz ist allerdings nur eine Hypothese, jedoch in vielen Fällen ziemlich sicher constatiert, und wird noch

ausserdem dadurch in hohem Grade wahrscheinlich, dass eigentlich nur auf seiner Annahme der Begriff der Species beruht, welche man, wenn er wirklich wahr ist, als von der Natur wenn auch indirect gegeben betrachten muss. Über das Gesetz der Correlation der Theile siehe §. 30.

Die grösseren Gruppen, schon die nächst höheren Gattungen, bilden wir allerdings auch durch Induction, jedoch durch diejenige Form der Anwendung des inductiven Processes, die wesentlich mit der übereinkommt, welche man in ihrer Anwendung auf die verwandte Morphologie gewöhnlich Vergleichung nennt. Während wir deshalb, weil Arten nur gleiches erzeugen, diese als in der Natur vorhanden betrachten konten, sind schon die Gattungen künstliche Gruppen. Es hört auch hier die Möglichkeit des praktischen Beweises auf, dass gewisse Formen zu gewissen Gattungen gehören, wie es eben durch die Erzeugung für die Arten möglich war. Die Verwandtschaft muss also auf andere Weise nachgewiesen werden.

Verstehen wir unter Verwandtschaft gewisser Thierformen die Übereinstimmung derselben sowol in ihrer Gesammtorganisation, als auch in den Organen, die besonders mit der durch die äussern Verhältnisse dem Thiere vorgeschriebenen Lebensweise desselben zusammenhängen, so liegt es auf der Hand, dass wir streng genommen dieselbe nur dadurch aufzufinden vermögen, dass wir die verschiedenen Thierformen nach den angegebenen Gesichtspunkten sorgfältig untersuchen, die Resultate dieser Untersuchungen dann einfach neben einander halten und entscheiden, ob und welche von den untersuchten Thieren hinreichend übereinstimmen, um für verwandt gehalten werden zu können. Es wäre jedoch selbst für viele vereinte Beobachter auf diesem Wege nicht möglich, einen Überblick über die Verwandtschaftsverhältnisse des ganzen Thierreichs zu gewinnen; und wenn es auch natürlich in letzter Instanz nur diese Untersuchung ist, welche in zweifelhaften Fällen über die Stellung einer Thierform entscheidet, so muss doch im Allgemeinen die Untersuchung abgekürzt werden. Dies wird auch hier dadurch erreicht werden, dass wir Merkmale auffinden, welche die Verschiedenheiten in der Gesammtorganisation bestimmter Thierformen auf eine leichter erkennbare Weise begleiten und ausdrücken. Dies ist jedoch für die höheren Gruppen nicht so leicht wie für die Species, einmal da, wie erwähnt, hier jene Probe nicht gemacht werden kann, und dann besonders, da die Gruppen, als künstliche, selbst nicht objectiv scharf charakterisiert werden können, sondern es mehr dem subjectiven Ermessen des Beobachters anheimsteht, dieselben beliebig festzustellen. Wenn es nun auch

nach dem Gesetz der Correlation der Theile[1]) möglich ist, auf die Verschiedenheit der Gesammtorganisation verweisende Merkmale zu finden, so ist doch die grösste Schwierigkeit die, unter diesen Merkmalen die zufälligen von den wichtigeren, die specifischen von den generischen u. s. f. zu unterscheiden. Hier kann die einfache Vergleichung verschiedener Formen unsere Wahl nicht leiten, wir müssen zu einer inductiven Methode greifen, einer sogenannten Vergleichung, welche uns die Anwendbarkeit der für einzelne Beispiele gattungsunterscheidenden Merkmale für den ganzen Bereich zunächst der entsprechenden Hauptgruppe des Thierreichs darthut. Ohne hier schon näher auf die besonderen Anwendungsweisen dieser Regel einzugehen, genüge es darauf aufmerksam gemacht zu haben. Das Wesen derselben wird aus dem nächsten §. erhellen.

Die Anwendung dieses Verfahrens, mit Hülfe der durch Vergleichung gewonnenen Merkmale immer grössere und grössere Gruppen verwandter Formen zu bilden, hat natürlich da ihr Ende, wo der nächst höhere Begriff der des Thieres selbst ist. Wo dasselbe bewussterweise in Anwendung gebracht worden ist, hat man es auch stets bis hierher fortgeführt, und zwar zur Erreichung eines anderen Zweckes, dessen schon oben gedacht wurde. Da man nämlich der Classification bedarf, theils als Leiter zur Orientirung innerhalb besonderer Thiergruppen, theils zur Übersicht über die Formenverhältnisse des Thierreichs überhaupt, so hat man mit den Bestrebungen, die Verwandtschaftsverhältnisse einzelner Gruppen zu bestimmen, den Versuch verbunden, dieselben gleich wissenschaftlich zu classificiren und zwar so, dass man die die Verwandtschaft anzeigenden Merkmale als Eintheilungsgründe benutzte. Wenn es nun auch völlig wahr ist, dass das Auffinden der unsere endliche Classification bestimmenden Eintheilungsgründe wesentlich auf diese Weise gefördert werden wird, so kann man doch nicht dringend genug vor dem zu schnellen Umkehren unserer jetzigen synthetischen Combinationsweise warnen. Denn wenn auch diese Umkehrung für kleinere Gruppen, wie erwähnt, zu ganz richtigen Eintheilungen führt, so kann die Anwendung derselben auf das Thierreich im Ganzen erst dann gerechtfertigt werden, wenn man die in den einzelnen Gruppencharakteren liegenden Merkmale, die in Bezug auf den Begriff des Thieres disparat sind, durch Anwendung der strengsten inductiven Vergleichung mit solchen vertauscht hat, die wirklich disjuncte sind, was sich leider jetzt noch nicht völlig erreichen lässt und was dadurch allerdings erleichtert

1) Siehe unten.

oder vorläufig umgangen wird, dass man nicht immer an die Eintheilung des Thierreichs im Ganzen, sondern an die einzelnen Glieder desselben denkt, wo allerdings gewisse Merkmale disjuncte werden können, die für das Thierreich im Ganzen nur disparate sind. Wenn man hier einwirft, dass wir das Ziel einer solchen in jeder Beziehung streng wissenschaftlichen Classification nie erreichen würden, so muss ich dagegen bemerken, dass wir der Wissenschaft nicht die Möglichkeit absprechen dürfen, den derselben mit logischer Strenge vorgeschriebenen Weg bis an sein Ende zu durchlaufen. Besonders dürfte dies für die Systematik gelten. Eine streng durchgeführte Vergleichung des Werthes der verschiedenen Merkmale in verschiedenen Classen hat noch Niemand versucht, und doch hängt z. B. davon ein Hauptfortschritt in unseren classificatorischen Versuchen ab.

§. 4.

In Bezug auf die Methodik der Morphologie verweisen wir auf die beiden nächsten §§. Es wird sich auch hier herausstellen, dass die in ihr zur Anwendung kommenden Methoden weder besondere heuristische Processe, noch ihr allein zugehörige sind.

Dasselbe gilt auch für die Physiologie. Auch hier ist es vorzugsweise die Induction, die in ihren je nach den speciellen Fällen verschiedenen Formen den Fortschritt der Wissenschaft leitet, wie es von *Stuart Mill* in vielen Beispielen ausgeführt ist. Es dürfte vielleicht gewagt erscheinen, nach dem Trefflichen, was von verschiedenen Seiten schon über die Methodik der Physiologie gesagt worden ist[1]), noch etwas zu bemerken; indessen ist es, glaube ich, nicht ohne Nutzen, wenn wir die oben beiläufig erwähnte teleologische Methode noch einmal berühren. Halten wir fest, dass es nur die Aufgabe der Physiologie sein kann, die gegebenen Erscheinungen des Lebens zu erklären, d. h. sie auf ihren gesetzmässigen Zusammenhang zurückzuführen, so bieten sich uns dazu nur zwei Wege. Entweder nämlich suchen wir das Gesetz durch einen directen inductiven Schluss zu finden, und hier ist es für den Act des Schliessens ganz gleichgültig, ob wir die Vorlagen durch blosse Beobachtung oder durch Experimente erlangt haben, — oder, wo uns in dem Kreise der, eine zu erklärende Erscheinung begründenden Bedingungen zu viele Glieder fehlen, als dass wir direct zu schliessen berechtigt wären, wir setzen das Gesetz mit der ganzen Summe der Bedingungen als bekannt vor-

1) S. vorzüglich die methodologische Einleitung zu *C. G. Lehmann's* Lehrbuch der physiol. Chemie. I.

aus, um auf deductivem Wege die noch fehlenden Glieder zu finden. Was über diese beiden Formen hinausgeht, gehört nicht mehr der Physiologie an. Wird z. B. nach der Bedeutung einer besonderen Erscheinung gefragt, so haben wir dies, sobald damit mehr gefragt sein will, als welche Stellung die in Rede stehende in der die Existenz des ganzen lebenden Geschöpfes bedingenden Kette von Erscheinungen einnimt, in das Gebiet der Naturphilosophie zu verweisen, die leider nur zu häufig mit der philosophischen Grundlage der einzelnen Naturwissenschaften verwechselt wird. Der letzterwähnte Weg, die Methode der Hypothese, ist der am meisten betretene und der den Verhältnissen nach, da er ja oft Grundlagen für den ersteren liefern muss, am häufigsten zu betretende. Ein ganz specieller, sich jedoch der Erfahrung täglich bietender Fall, hat nun diese Methode zur Hauptstütze der teleologischen Anschauung gemacht. Es ist nämlich Thatsache, dass, wo und in welcher Verbindung nur immer eine Function auftritt, für diese auch ein bestimmtes Organ vorhanden ist, dass ferner, wo eine in gewissen Thierclassen eigenthümlich scheinende Function in anderen Classen in modificierter Gestalt erscheint, für diese Veränderung der Function auch eine besondere Modification des entsprechenden Organs nachzuweisen ist. Diese sich von selbst erklärenden Sätze hat man nun umgekehrt und sich beim Auffinden eines Organes zunächst gesagt, dass dies auch eine Function haben müsse; man hat ferner gefragt, welche von den das Leben des Ganzen bedingenden Functionen noch fehle, und hat dann diese hypothetisch dem neuen Organe zuertheilt. Dieser Schluss, welcher nur dann logisch erlaubt ist, wenn wir in der Summe von Functionen, die eine gewisse Form von Lebenserscheinung bedingen, noch einige übrig behalten, für welche noch kein bestimmtes Organ nachgewiesen ist, hat nun aber den Ausgangspunkt fernerweiter Betrachtungen abgegeben, wobei man sich jedoch über die Grenzen der Physiologie in ein Feld von Speculationen verlor, die an und für sich vollständig gehaltlos sind, oder gegen die Logik verstiess. Da doch die erste Frage bei den Untersuchungen zur Erklärung einer Lebenserscheinung die ist, welches die Bedingungen zu ihrem Zustandekommen sind und nach welchen Gesetzen sie gerade dies Resultat haben müssen, so bietet sich bei der hypothetischen Verbindung eines Organs mit einer bestimmten Function zunächst nur die zweite Frage dar, ob in demselben die Bedingungen zum Erscheinen dieser Function enthalten sind. Ohne sich aber diese letztere Frage klar vorzulegen, beruhigte man sich vorläufig dabei, nachzuweisen, dass ein Organ die ihm hypothetisch zuertheilte Function besitzt. Das bejahende Resultat

dieser Untersuchung wurde nun leider in eine Sprachweise gekleidet, die, so unschädlich sie auch als Ausdrucksform für die Leistung des Organs oder der speciellen Einrichtung eines Organs wäre, doch den zur Idealisirung seiner auf rein sensuellem Wege erlangten Vorstellungen sehr geneigten deutschen Naturforscher gar zu leicht in die Gefahr bringt, die mit physikalischer Nothwendigkeit erscheinende Function einer das Dasein des Organs bedingenden Idee zuzuschreiben. Man nannte die Leistung eines Organes u. s. w. seinen Zweck.

Ich will mich nicht dem Vorwurf der „thörichten Langweiligkeit"[2]) aussetzen und gegen jede Geltung des Zweckbegrifs auf dem Gebiete des Lebens viel Worte machen. Natürlich gilt er in seinem ganzen Umfange da, wo es sich darum handelt, die nicht bloss im Leben organischer Geschöpfe sondern im ganzen Haushalte der Natur verkörperte Intelligenz zu beschreiben, wo sich die Organe natürlich als Mittel zur Erreichung eines bestimmten Zweckes herausstellen. Da ich mir aber in diesen Zeilen die Aufgabe gestellt habe, die Anwendbarkeit gewisser Denkformen als Erkenntnisprincipe zu beleuchten, so sei mir zu bemerken verstattet, dass man mit der Annahme eines Zweckes als heuristisches Princip bei der Erklärung irgend einer Lebenserscheinung auch nicht einen Schritt vorwärts kommt. Nicht die Erforschung des Lebens ist ohne Voraussetzung der Zweckmässigkeit seiner Einrichtungen unmöglich, sondern das Leben selbst[3]); es bringt daher nicht den geringsten Gewinn zur Erklärung irgend eines Theiles des Lebensprocesses, wenn wir die denselben einzig und allein bedingende Zweckmässigkeit seiner materiellen Grundlage auch wirklich nachweisen. Wenn man aber auch zugeben wollte, dass es wenigstens eine wichtige Vorfrage der Physiologie sei, welche Function ein bestimmtes Organ habe, so hört doch mit dem Momente, dass man frägt, welche Bedingungen sind vorhanden, deren physikalisch nothwendige Folge gerade diese Function ist, selbstverständlich jede Anwendbarkeit des eine Absichtlichkeit involvirenden Zweckbegriffes auf. Nennt man nun, — und dies führt man wol zur Vertheidigung der Lehre von den Zwecken an, — die blosse Leistung eines Organs, die Wirkung einer bestimmten Einrichtung den Zweck derselben, so muss man entweder jedem lebenden Molecül eine Beseelung zuschreiben, die es ihm möglich macht, der ihm innewohnenden physikalischen Kräftesumme nur nach der Idee des vorgeschriebenen Zweckes zu folgen, oder man muss Zweck in

2) S. *Lotze*, a. a. O. p. 51.
3) S. *Lotze*, a. a. O.

jeder Beziehung als synonym mit Wirkung, oder Folge u. s. w. setzen und dann consequent die Jahreszeiten den Zweck der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne, den bei der Mischung von Schwefelsäure und essigsaurer Bleilösung entstehenden Niederschlag den Zweck der chemischen Attraction nennen u. s. w. Eine solche Übertragung von Worten auf andere Begriffe sollte aber vor Allem in einer philosophischen Vorschule der Physiologie vermieden werden. Man findet es lächerlich, die Verdauung nicht den Zweck des Magens und Darms nennen zu wollen, man übersieht aber dabei, dass es nur eine und zwar gewiss die unbedeutendere Seite einer physiologischen Untersuchung ist, nachzuweisen, dass Magen und Darm die Summe von Functionen entwickeln, die man Verdauung nennt, dass die wichtigere, besonders für eine allgemein physiologische Betrachtung grössere Bedeutung besitzende Frage die ist: nach welchen allgemeinen Gesetzen muss aus der durch anatomische und chemische Untersuchungen sich als so und so zusammengesetzt ausweisenden Summe von Organen und Organtheilen gerade die Wirkung resultiren, deren complexer Name eben „Verdauung" ist. Wenn es ferner in den Fällen, wo der Beweis, dass ein vorausgesetzter Zweck wirklich reelle Geltung habe, nicht so geführt werden kann, dass man die Absichtlichkeit nachwiese, mit der irgend eine Thatsache zur Erfüllung desselben vorher bestimmt sei, doch möglich, nothwendig und hinreichend ist, zu zeigen, dass das, was man ihren Zweck nennt, doch mindestens ihre wirkliche Folge sei, so möchte ich fragen, welchen Gewinn hat die wissenschaftliche Erklärung einer Thatsache davon zu erwarten, dass man den „hinreichenden" Nachweis ihrer Bedingungen damit vertauscht, dass man sie, die ohne zweckmässige Anordnung ihrer Bedingungen niemals zur Beobachtung gekommen wäre, als das Resultat der äusserst zweckmässigen Anordnung derselben Bedingungen hinstellt?

Kann man nun, wie es schon *Lotze*[4]) selbst thut, dem Zweckbegriff keine objective Geltung in der Physiologie zuschreiben, so ist auch die Möglichkeit seiner Anwendung als Erkenntnisprincip mehr als in Frage gestellt. Man behauptet noch oft, dass durch Anwendung des Zweckbegrifs Grosses in der Physiologie geleistet worden sei. Indess ist es gewiss nicht die idealistische Hälfte dieses Begriffes, der wir dies verdanken, sondern die entweder auf streng inductivem oder glücklich wählendem hypothetischem Wege erlangte Einsicht in die Gesammtleistung gewisser Bedingungen, die den wissen-

4) A. a. O. p. 51.

Digitized by Google

schaftlichen Fortschritt unterstützt und überhaupt möglich gemacht hat, welcher Leistung man dann, um an den ästhetischen Eindruck, den ihr Auffinden machte, zu erinnern, den Namen Zweck gab.

Es muss aber nochmals das hervorgehoben werden, dass es nicht Aufgabe der Physiologie ist, die morphologischen Eigenthümlichkeiten der Organe zu erklären, sondern die durch diese zu Stande kommenden Processe; sie darf nicht von den Organen *primo loco*, sondern muss von den Functionen ausgehen; nur in dem oben angeführten Falle kann sie die Leistung eines bestimmten Organs hypothetisch als bekannt annehmen. Die vielleicht zu häufige Anwendung dieser Hilfe lässt Manchem in der Physiologie nur die Lehre von der Benutzung der einzelnen Organe zur Darstellung gewisser Functionen erblicken, während sie umgekehrt die Lehre von den Lebenserscheinungen und deren nothwendigem Zustandekommen ist. Fasst man die Aufgabe der Physiologie in diesem Sinne auf, so wird es von selbst klar, dass die teleologische Auffassung nicht bloss fallen kann, sondern muss, indem der Zweckbegriff nicht als heuristisches Princip verwendet werden kann, sobald es sich um Untersuchung mit Nothwendigkeit erfolgender chemisch-physikalischer Vorgänge handelt.

§. 5.

Wir wenden uns nun zur Morphologie, als dem Gegenstand, dem die folgenden Blätter gewidmet sein sollen. Nach dem Früheren war die Aufgabe derselben, zu untersuchen, in welcher constanten Beziehung die Form in einzelnen Abtheilungen des Thierreichs zu ihrer Gesammtorganisation steht, diese zu der anderer Gruppen u. s. w., was nur die weitere Umschreibung davon ist, dass sie die thierische Form zu erklären, d. h. deren Gesetzmässigkeit nachzuweisen trachte. Hauptgegenstand derselben ist also die thierische Form. Es wurde ferner schon darauf hingewiesen, dass wir, da der nothwendige Zusammenhang zwischen Form und Mischung noch nicht nachweisbar sei und die äusserst complicierten und scheinbar so variablen Begrenzungsflächen organischer Körper eine geometrische Bestimmung vorläufig auch noch nicht zulassen, unter Form etwas Anderes als z. B. der Mineralog verstehen würden. Es ist daher nöthig, zunächst auseinanderzusetzen, was wir unter thierischer Form zu verstehen haben.

Im Voraus habe ich darauf aufmerksam zu machen, dass, wenn es sich jetzt herausstellen sollte, dass der Begriff der Form in der Zoologie scheinbar jeder mathematischen Behandlung sich entziehend, auch auf etwas mehr als blosse geometrische Raumerfüllung ausgedehnt werden

muss, ich damit nicht die thierischen Gestaltungsverhältnisse ganz der mathematischen Betrachtung entziehen will; nur vorläufig, und zwar so lange, als es noch nicht geglückt ist, einfachere den verwickeltesten Complicationen thierischen Baues zu Grunde liegende Grundverhältnisse zu finden. Wie es dann durch diese möglich ist, selbst Zahlengesetze in den Wundern organischen Gefüges zu finden, beweist die Lehre von den Zellen, deren räumliche Anordnung von *W. Hofmeister* für die Pflanzen, von *Engel* für gewisse Gewebe des menschlichen Körpers mathematisch zu bestimmen versucht wurde. Doch ist dies nur ein Glied der einstigen Formel für die Gestaltung eines organischen Wesens; die von den Zellencomplexen gebildete Begrenzungsfläche ist, mit etwaiger Ausnahme der Schneckenschalen, noch nicht zu analysiren versucht worden. Beiläufig will ich hier bemerken, dass eine mathematische Begründung der Constanz des gegenseitigen Lagerungsverhältnisses der einzelnen Theile organischer Geschöpfe damit zu beginnen hätte, die Anordnung bestimmter (vielleicht zunächst der Elementar-)Theile nach einer Art stereometrischen Quincunx zu ermitteln, der das Verhältniss derselben auch in der bis jetzt vernachlässigten dritten Dimension berücksichtigen müsste.

Sehen wir also von der speciellen Configuration der einzelnen Theile eines Thierkörpers ab, welche Frage wir erst secundär zu berühren haben, so bleibt bei der Betrachtung des Thierreichs zweierlei übrig: einmal das Auftreten von Theilen in gewissen Gruppen, die von denen anderer verschieden, oder welche in anderen gar nicht vorhanden sind; und ein selbst innerhalb grösserer Gruppen sich gleichbleibendes Lagerungsverhältnis der einzelnen Theile zu einander. Was das Erste anlangt, das Vorhandensein bestimmter Theile, so steht es insofern in innigster Beziehung zur thierischen Form, als erstens das Gefüge eines Körpers meist seine äussere Gestalt bedingt, und zweitens bei äusserer Ähnlichkeit mehrerer Körper nur das Gefüge über die Verschiedenheit derselben entscheiden kann. In diesem Sinne wird Morphologie gleichbedeutend mit Anatomie nach dem jetzigen Sprachgebrauche, und schon 1817 nannte *K. Fr. Burdach* die Anatomie „Morphologie“[1]). Es ist nun aber besonders das Zweite, das constante Lagerungsverhältnis der Theile in bestimmten Abtheilungen des Thierreichs, welches den seit ungefähr 50 Jahren erwachten Bestrebungen, die sogenannte Bedeutung bestimmter Theile zu finden, zu Grunde gelegen hat.

Man hat hier zunächst die Anordnung gewisser Organgruppen in einzelnen Abtheilungen grösserer Kreise des Thierreichs, deren topographisches Verhalten man in anderen derselben Kreise schon genau kannte, untersucht, die Einheit in der Vielheit, wie man sich

1) Über die Aufgabe der Morphologie. Leipzig 1817.

auszudrücken pflegte, zu bestimmen versucht, sich jedoch dabei nicht beruhigen zu dürfen geglaubt, dass man die in dieser Constanz liegenden Bildungsgesetze eruierte, sondern hinter diesen, die man dadurch unklar machte oder gar nicht fand, Ideen gesucht, die den thierischen Bau aufführen und ordnen hülfen. Jedenfalls bilden jedoch diese Versuche, das in verschieden scheinenden Formen liegende Gemeinsame, Allgemeine, zu finden, die Vorläufer zur wirklich wissenschaftlichen Behandlung der Anatomie oder Morphologie.

Halten wir das oben Angeführte fest, so ergibt sich als Bedeutung des Wortes Form, wie es jetzt als wesentlicher Inhalt der „Formenlehre" auftritt, nicht bloss die äussere Gestaltung des Thierkörpers, sondern die Zusammensetzung desselben aus verschiedenen, gleichartigen oder ungleichartigen Theilen, und die Form und das gegenseitige Lagerungsverhältnis dieser zu einander.

Gehen wir nun hiernach zur Bestimmung der Aufgabe, welche die Morphologie zu erfüllen hat, so wird zunächst zu fragen sein, welcher wissenschaftlichen Behandlungsweisen die thierische Form fähig ist. *J. Fr. Meckel* sagt, dass die thierische Form entweder an und für sich und in Bezug auf die physische Kraft, welcher sie zunächst ihr Dasein verdankt, oder in Bezug auf den durch sie zu erreichenden Zweck und die geistige, ihr als Schöpferin zu Grunde liegende Kraft betrachtet werden kann[2]). Abgesehen von der Ausdrucksweise, nach der es scheinen könte, als bestünde neben der die Form bewirkenden physischen Kraft noch eine ideelle, so führt der zweite Gesichtspunkt *Meckel* auf das Gesetz der Zweckmässigkeit, das sich besonders im Wirken der Organe ausspricht. In unsere Redeweise übertragen würde derselbe auf die Gesetze führen, nach denen die Organe und Organtheile zur Leistung besonderer Wirkungen im Thierkörper verbunden werden, welche also in das Gebiet der Physiologie gehören. Dagegen ist es der erste Gesichtspunkt, die Betrachtung der thierischen Form an und für sich, welcher den Inhalt der Morphologie ausmacht. Hier ist nun zunächst darauf ein Gewicht zu legen, dass sich die Morphologie mit der thierischen Form als einer von der Natur gegebenen Erscheinung beschäftigt, dass sie wol deren Veränderungen während der Entwickelung eines Thieres verfolgt und zu erklären sucht, dass sie aber nicht nach den Bedingungen fragt, deren physikalisch nothwendige Folge gerade diese Form ist. Die auf diesen Punkt gerichteten Bestrebungen gehören

2) System der vergleichenden Anatomie. 1. Thl. p. 5.

der Physiologie an, sie werden, wie *Bergmann* und *Leuckart* es sehr treffend bezeichnen, eine Physiologie der Plastik ausmachen, wenn erst die der anorganischen Natur gehörigen Vorarbeiten so weit gediehen sein werden, dass der Versuch, auch die Form organischer Körper aus ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften zu erklären, mit Aussicht auf Erfolg unternommen werden kann[3]). Hieran werden sich dann auch die mathematischen Formen der Bildungsgesetze, und zwar zunächst der Elementartheile anschliessen.

Nach Abzug dieser streng genommen nicht hierher gehörigen Fragen bleibt also für die Morphologie, als Wissenschaft der thierischen Formen, die Erklärung derselben, d. h. die Zurückführung derselben auf ihre Gesetzmässigkeit, zurück. Sie hat daher, wenn wir die gegebene Beschreibung der thierischen Form hier substituiren, einmal die Constanz nachzuweisen, mit welcher bestimmte Organe in bestimmten Abtheilungen des Thierreichs überhaupt auftreten, und dann zu zeigen, welche Beständigkeit in dem gegenseitigen Lagerungsverhältnis der nun als bekannt vorausgesetzten Organe sich in den einzelnen, grösseren und kleineren Gruppen des Thierreichs zeigt. Sie hat nicht bloss die Gränzen der Gleichartigkeit aufzusuchen, welche gewisse Theile verschiedener Thiere oder desselben Thieres in ihrer Bildung zeigen, sondern auch die durch die morphologischen Verhältnisse gegebenen Bedingungen, welche das Überschreiten dieser Gränzen verhindern. Da die folgenden Bogen Beispiele genug hierfür enthalten, unterlasse ich es, einzelne davon hier hervorzuheben.

Ehe ich weiter gehe kann ich nicht umhin, den Standpunkt etwas näher zu bezeichnen, den die eben mitgetheilte Auffassung der Morphologie den anderen sogenannten Arten von Anatomie gegenüber einnimmt. Legt man an die Anatomie denselben Maassstab logischer Strenge wie an andere Wissenszweige, die wirklich Anspruch darauf machen dürfen, nicht bloss descriptive Wissenschaften zu sein, so könte es nur eine Art geben, nämlich die eben erklärte, d. h. die Betrachtung der thierischen Form an und für sich zu dem Zwecke sie zu erklären. Es waren jedoch zwei Umstände, die einer

3) Dies ist der einzige Punkt in der physiologischen Betrachtung thierischer Körper, wo die exacte Forschung unmittelbar an die Form als einen vorausbestimmten Zweck stösst, der sich um so weniger von einfachen Elementarbedingungen wird herleiten lassen, als die meisten in dem Eie selbst liegen werden, was sich eben entwickelt. Die obengestellte Aufgabe bleibt aber doch innerhalb vorläufig noch nicht zu bestimmender Grenzen stehen.

allgemeineren Verbreitung richtiger Ansichten hier im Wege standen; einmal die Beziehung der Anthropotomie zur Heilkunde, dann der Einfluss anatomischer Kenntnisse auf physiologische Untersuchungen. Der erste bewirkte, dass sich die Jünger der Medicin vollständig bei einer „descriptiven" Anatomie beruhigen zu können glaubten; der letzte war zwar damit nicht zufrieden, gieng jedoch nicht weiter als zur Kenntnisnahme zunächst nur bestimmter Einrichtungen bei Thieren, wodurch aber nach und nach ein Vorrath von einzelnen Thatsachen entstand, den man unverbunden, nur nach dem zoologischen Systeme geordnet, vergleichende Anatomie nannte und noch nennt. Wie unpassend eine solche Bezeichnung ist, wenn man unter vergleichender Anatomie nur eine anatomische Übersicht des Thierreichs versteht, geben die besten Forscher zu[4]). An diesem Fehler leiden aber fast alle Werke von *Cuvier's leçons d'anatomie comparée* und *Meckel's* System der vergleichenden Anatomie bis zu den neuesten. Mit sehr wenigen Ausnahmen stehen die Thatsachen in allen nur einfach nebeneinander. Es hat sich aber seit *Vicq d'Azyr* und *Kielmaier* das Bedürfnis immer reger fühlbar gemacht, den gesetzmässigen Zusammenhang der Organisationserscheinungen kennen zu lernen und die hierauf bezüglichen Arbeiten erhielten später den Namen der philosophischen Anatomie[5]). Nur diese letzte kann Anspruch auf den Namen einer Wissenschaft machen; die anderen geben weder die geistige Befriedigung, die eine nicht bloss descriptive Wissenschaft gibt, da sie nur Belastung des Gedächtnisses mit endlosen Specialitäten höchstens mit Anwendung auf ausser ihnen gelegene Fragen sind, noch lässt sich bei ihnen ein in ihrem Objecte gelegenes höheres geistiges Ziel erkennen, was erst mit der Frage nach der Erklärung (Bedeutung) bestimmter morphologischer Verhältnisse eintritt. Mit dieser letzteren ist der Faden gegeben, an den sich in verständlicher Übersicht die wundervollen Variationen des organischen Baues anreihen. Jedoch ist das Fortspinnen dieses Fadens keine leichte Arbeit; der Vorarbeiten sind verhältnismässig nur wenige, das Wenige ist sehr zerstreut, häufig nur mit äusserster Vorsicht benutzbar; ich kann es daher nur als einen

---

4) So hat z. B. *R. Wagner* den Titel seines Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie bei der zweiten Auflage sehr richtig in Lehrbuch der Zootomie geändert.

5) S. den Aufsatz von *C. G. Carus*, Von dem Unterschiede zwischen descriptiver, geschichtlicher, vergleichender und philosophischer Anatomie, in *Hecker's* litter. Annalen d. gesammt. Heilkunde. Bd. IV. 1826.

Versuch ansehen, die morphologischen Lehrsätze in einem geschlossenen Systeme darzulegen.

Führen wir die nur mitgetheilte Aufgabe der Morphologie etwas weiter aus, so ergibt sich, dass wir uns zunächst eine Übersicht über die in den Bau thierischer Körper überhaupt eingehenden Organe zu verschaffen haben werden, dass wir dann untersuchen, welche Organe welchen Classen ausschliesslich oder vorzüglich eigen sind, dass wir ferner die Form und das Lagerungsverhältnis dieser in den einzelnen Abtheilungen des Thierreichs untersuchen und hieraus die Bildungsgesetze, den allgemeinen morphologischen Charakter, mit einem Worte den Typus derselben zu bestimmen versuchen und zwar mit Berücksichtigung des allmählichen Complexerwerdens der Thiere, und dass wir endlich das im Auftreten und der topographischen Anordnung der Organe allen Typen Gemeinsame zu ermitteln streben müssen, um hiermit die Bildungsgesetze des Thierorganismus im Allgemeinen zu finden. Da wir die Organe nur als Formbestandtheile des Körpers ansehen, so ergibt sich ferner, dass von der Frage nach ihrer physiologischen Bedeutung nicht die Rede sein kann[6]). Besonders wird dies streng ausgeschlossen bleiben bei Untersuchung der Uebereinstimmung im Baue einzelner Glieder grösserer morphologischer Gruppen. Hier kömt es lediglich darauf an, die morphologisch übereinstimmenden Theile aufzusuchen, d. h. deren Homologien zu bestimmen, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, dass homologe Theile verschiedene Functionen haben können und dass Theile, welche dieselbe Function haben in verschiedenen Classen, d. h. Analoga sind, doch nicht morphologisch identisch zu sein brauchen[7]). Da jedoch die einzelnen Organe nur durch ihre Function dem Thierkörper von Bedeutung werden, so wird die Frage nach der möglicherweise vorhandenen Zahl von Organen dadurch leichter ihre Beantwortung erhalten, dass wir für die das Leben bildenden Functionen die zugehörigen Organe zu bestimmen suchen. Mit dem Auftreten der Organe selbst fällt dann jedoch die Frage nach ihrer Function wieder zurück. Ich werde hierauf bei der Besprechung einer morphologischen Nomenclatur noch einmal kurz zurückzukommen haben.

In Bezug auf die Bestimmung der Homologien, in welche Arbeit sich die Aufgabe der Morphologie für die einzelnen Hauptgruppen

---

6) S. hierüber auch *Bergmann* und *Leuckart*, Anatom. physiol. Übersicht des Thierreichs, p. 35. Anm.

7) S. meinen Aufsatz: Beiträge zur vergleichenden Muskellehre in Zeitschr. f. wiss. Zool. III, p. 239. Anm. 2.

des Thierreichs wenigstens theilweise aufzulösen scheint, ist noch zu bemerken, dass sie eben nur für diese mehr oder weniger ermittelten Typen gilt, dass sie dagegen selbstverständlich da keine Anwendung erleiden kann, wo durch die Verschiedenheit des ganzen Bildungsplanes die morphologische Identität in dem angeführten Sinne von selbst aufhört. Es werden hier andere Bestimmungsweisen auftreten, die von der Verschiedenheit des Lagerungsverhältnisses der Organe in den einzelnen Classen ausgehend das denselben doch morphologisch Gemeinsame zum Gegenstand haben, deren specielle Erörterungen in dem vierten, diesen Versuchen speciell gewidmeten Buche nachzusehen ist.

Die wissenschaftlichen Resultate morphologischer Untersuchungen würden sich nun ziemlich klar darlegen lassen, wenn nicht die anatomische Nomenclatur scheinbare Schwierigkeiten bereitete. Diese rühren wol weniger daher, dass die Sprache nicht reich genug wäre, eine morphologische Nomenclatur neben die physiologische zu setzen. Wir haben nicht bloss eine Menge Ausdrücke in lebenden Sprachen, welche, sich nur theilweise an functionelle Beziehungen ihrem Ursprunge nach anlehnend, jetzt rein arbiträre Bezeichnungen morphologischer Verhältnisse geworden sind (wie bei den Mollusken Fuss, *pied, foot,* Mantel, *manteau, mantle,* Trichter, *entonnoir, funnel,* oder Composita wie bei den Insecten Kieferfüsse, Saugmagen, Wanzenmagen u. s. w.), sondern auch solche aus todten Sprachen stammende, die, wie *R. Owen* sehr richtig bemerkt, einer ausgedehnteren Anwendung unterliegen sollten (z. B. Lacunensystem, Phlebenterismus, Tracheen, Ganglien u. s. w.). Die Schwierigkeiten sind vielmehr künstliche und zwar durch fehlerhaften Gebrauch bestimmter Namen hervorgerufene, was jedoch weniger für eine allgemeine morphologische Nomenclatur, als für eine den einzelnen Typen eigene gilt. Sie haben zwei Quellen; einmal nämlich belegte man zwei morphologisch verschiedene, aber functionell übereinstimmende Organe mit demselben Namen, und dann gab man zwei morphologisch identischen, aber ihrem Gebrauche nach verschiedenen Organen zwei verschiedene Namen. Beispiele hierfür finden sich besonders in der Anatomie der Wirbelthiere. Beide Fehler lassen sich nur dadurch vermeiden, dass man bei der Benennung bestimmter Organe sich an den Theil der anatomischen Nomenclatur eines schon hinreichend gekannten und in seiner Nomenclatur genügend bekannten Geschöpfes anschliesst, der ausschliesslich morphologisch ist (z. B. für die Wirbelthiere an die anthropotomische), und dass man zweitens vor der Bildung eines neuen Namens in den Fällen nicht zurückschreckt,

wo entweder die schon vorhandene Synonymie, ohne zwischen Form und Function zu unterscheiden, Irrthümer über die morphologische Bedeutung irgend eines Organs herbeigeführt hat, oder wo der schon vorhandene Name sich zu speciell auf die Verhältnisse des Thieres bezieht, an dem das Organ zuerst gefunden wurde, es müssten denn die Namen ihren eigenen Sinn verlierend nur arbiträre Bezeichnungen geworden sein, wie *vomer, os sacrum* etc.[8]). Können nun auch auf diese Weise die Übelstände beseitigt werden, die bei Benennung gewisser Theile einzelner Typen durch Vermengung homologer und analoger Beziehungen entstehen, so ist doch bei Aufstellung einer allgemeinen morphologischen Nomenclatur ein directes Anlehnen an functionelle Verhältnisse nicht zu verdammen, im Gegentheil in gewissem Sinne geboten. Nur muss man sich dabei der Wahrheit einiger allgemeinen Sätze bewusst werden. Wenn es für einzelne Fälle wol sicher ist, dass Theile eines einer Gesammtfunction vorstehenden Apparates in ihren Specialfunctionen wechseln können, so bleibt doch überall die Function desselben, morphologisch identischen Systemes oder Apparates dieselbe, so dass in diesem Falle die Unsicherheit der Nomenclatur sich nur auf einzelne Organe beschränkt. Ferner ist festzuhalten, dass ein, einer bestimmten Function dienender, morphologisch scharf charakterisierter Apparat nie einen fehlenden in der Weise ersetzt, dass er gleichzeitig für sein morphologisches Aequivalent gehalten werden dürfte. Auf jeden Fall hat man hier specielle Einrichtungen vor sich, wo entweder das Fehlen bestimmter Apparate durch die Lebensverhältnisse der Thiere und deren Gesammtorganisation erklärt oder ihre Gegenwart durch auffallende Verschiedenheiten der Structur etc. verschleiert wird. Dies ist allerdings eine böse Klippe für eine allgemeine morphologische Nomenclatur, die sich jedoch durch sorgfältige Untersuchungen und vorurtheilsfreie Anschauung des ganzen anatomischen Verhaltens der in Rede stehenden Thierformen umgehen lässt.

Unter vielen Beispielen von Verstössen nicht bloss gegen die gewissenhafte Bildung neuer Namen, sondern gegen eine wissenschaftliche Methodik überhaupt ist vielleicht keines so instructiv und durch die sich daran knüpfenden Besprechungen so interessant geworden, als der sogenannte Phlebenterismus, den *A. de Quatrefages* so hartnäckig und gestützt auf *Milne Edwards's Système gastro-vasculaire* gegen die Arbeiten *Souleyet's* vertheidigte. Dieser Streit hat dadurch noch eine besondere Verbreitung gefunden, dass die Société de Biologie eine Com-

---

8) S. *R. Owen, On the Archetype and Homologies of the Vertebrate Skeleton. London* 1848. *p.* 3.

mission ernannte zur Beurtheilung der vorliegenden Fragen, für welche dann *Ch. Robin* einen Bericht verfasste, welcher, sich allerdings zunächst an den gegebenen Fall anschliessend, mit grossem Scharfsinn alle hierbei in Frage kommenden Verhältnisse berücksichtigte und so in seinem allgemeinen Theil die Grundsätze entwickelte, bei deren gewissenhafter Anwendung ähnliche Differenzen wol gänzlich vermieden werden könten[9]).

Alles zusammengefasst, sind die Schwierigkeiten einer Nomenclatur zur Bezeichnung rein morphologischer Verhältnisse nicht so bedeutend, als es vielleicht auf den ersten Blick scheinen dürfte. Es wäre müssig, hier noch einmal daran erinnern zu wollen, dass eine Erscheinung, die benannt werden soll, erst zu einem wissenschaftlich klaren Begriffe werden muss, es ist aber vielleicht nicht ganz überflüssig, darauf aufmerksam zu machen, dass bei Besprechung morphologischer Verhältnisse die Beziehungen des gerade zu besprechenden Theiles zu der Gesammtorganisation des Thieres, sowie zu dem Typus, dem letzteres angehört, oder dass die Idee der Wissenschaft der thierischen Form im Auge behalten werden muss.

§. 6.

Haben wir im Vorigen darzustellen versucht, was die Bedeutung und die Aufgabe der Morphologie sei, so bleibt uns noch übrig, ehe wir an unsere specielle Arbeit gehen, zu untersuchen, welcher Methoden sich dieselbe zu bedienen hat. Man wird hier ohne weiteres erwiedern: der Methode der Vergleichung! Indess sei mir zu bemerken erlaubt, dass es keinen noch so complicierten Process der Vergleichung gibt, der sich nicht auf eine oder mehrere der bekannten methodischen Formen reduciren liesse, wofür *Stuart Mill* hätte Beispiele sammeln sollen. Vergleichung bleibt allerdings die Hauptsache, jedoch nicht als Methode, sondern nur als die den morphologischen Verhältnissen entsprechende Form der Beobachtung. Aus einer Vergleichung ergibt sich nichts mehr, als ob zwei oder mehrere Gegenstände mit einander übereinstimmen oder nicht, und dies Resultat hat durchaus keinen andern Werth, als irgend eine auf anderem Wege erlangte Erfahrung. Erst die auf das Auffinden dieser von der Natur gegebenen Verhältnisse folgenden Gedanken müssen, um unser Wissen erweitern zu helfen, den Regeln einer Methode fol-

9) *Rapport à la Société de Biologie par la commission chargée d'examiner les communications de M. Souleyet relatives à la question designée sous le nom de Phlebentérisme, par Ch. Robin, rapporteur. Paris* 1851. auch: *Mém. de la Soc. de Biol. an.* 1851. *p.* 1 *sq.*

gen. Sie folgen sogar mehreren, wie sich sogleich zeigen wird. Will man nun der Kürze halber die einzeln oder verbunden in der Morphologie zur Anwendung kommenden Methoden immerhin „Vergleichung“ nennen, so wäre an und für sich nichts dagegen einzuwenden; nur muss man dabei im Auge behalten, dass darunter einmal Induction, das anderemal Analogie, oder beides, dann ein deductiver Process verstanden werden muss, ein Umstand, der es sehr gerathen scheinen lässt, mit dem Ausdrucke der „Methode der Vergleichung“ so sparsam wie möglich zu verfahren.

Ich habe vergebens mich bemüht, Analysen des Processes der morphologischen „Vergleichung“ zu finden; das, was *Aug. Comte* darüber sagt, ist völlig unzureichend, so viel auch scharfsinnige Forscher gerade von diesem Theile seiner „Philosophie positive“ halten mögen.

Es muss hier wieder hervorgehoben werden, dass man sich nur mit grossem Unrechte etwaiger ausserhalb der gegebenen Erscheinungen liegenden Betrachtungen zu entäussern sucht. Wenn wir Sprachforscher belächeln, die aus Wörterbüchern den Geist einer Sprache beurtheilen wollen, würden wir nicht mit Recht der Spott anderer Forscher werden, wenn wir die in der Natur liegenden Ideen ohne die Leitung methodischer Formen zu finden hoffen wollten? Das Alphabet der Natur sind die einzelnen Erscheinungen, die wir durch Beobachtung, Experiment u. s. w. kennen lernen. Warum sollen wir, wie ein Setzer, der eine Form einreisst, die Lettern auseinandernehmen? Fügen wir lieber Buchstaben zu Worten, Worte zu Sätzen zusammen; wenn wir richtig buchstabiert haben, kömt schon ein richtiger Sinn heraus. Doch ist hierüber schon genug gesagt worden. Wer sich nicht damit begnügt, einfach auswendig zu lernen, dass ein Thier so, ein anderes so organisiert ist, wird leitender Gesichtspunkte stets bedürfen und gern dieselben annehmen.

Ich habe im Vorigen mich zuweilen des Wortes Typus bedient. Da es besonders in Bezug auf morphologische Verhältnisse sehr eingebürgert ist und es auf diesen Blättern noch häufig vorkommen dürfte, halte ich es für nöthig gleich hier auseinanderzusetzen, was darunter zu verstehen ist. Unter *Typus* verstehe ich das einer Classe eigenthümliche Auftreten bestimmter Organe und deren constantes Lagerungsverhältnis. Einzelne Momente desselben werden dann wol auch als typische Eigenthümlichkeiten der Classe u. s. w. bezeichnet. Es ist daher Typus insofern mit Organisationsgesetz synonym, als durch den Zusatz des Classennamens das morphologische Gesetz der Classe benannt wird; es ist aber Typus wiederum dadurch von dem Ausdrucke des Gesetzes verschieden, als in ihm die

Idee eines den morphologischen Verhältnissen zu Grunde liegenden abstracten Schema's liegt, an welches allerdings zur bequemeren Übersicht der etwa vorkommenden Verschiedenheiten der Thierformen innerhalb eines Organisationsgesetzes gedacht werden darf, welches aber bei Formulirung des Gesetzes selbst vermieden werden muss[1]). Nur in einem, gleich näher zu bezeichnenden Falle wird die Annahme eines solchen ideellen Typus methodisch gefordert, oder wenigstens als Hilfsmittel der Methode erlaubt.

Wie eben erwähnt wurde, ist die Vergleichung nur eine, allerdings in der Morphologie vorzugsweise angewandte Form der Beobachtung. Sie liefert weiter nichts als die zum Aufbau der Wissenschaft nöthigen Thatsachen. Demohngeachtet scheint die Vergleichung auf den ersten Blick noch mehr zu sein, da sich die aus den durch dieselbe gefundenen Thatsachen ergebenden allgemeineren Sätze fast unmittelbar an sie selbst anschliessen. Doch tritt zwischen beide in allen Fällen ein Act des Schliessens, und zwar ein inductiver Schluss. Aus dem Vorhandensein oder dem bestimmten topographischen Lagerungsverhältnisse gewisser Theile bei einzelnen Thieren schliesst man nämlich, dass diese bei einer Gesammtheit von Thieren vorhanden oder gleich angeordnet sind. Im Anfang der Untersuchung, und besonders in Abtheilungen des Thierreichs, deren Organisationsgesetze noch wenig gekannt sind, schliesst man hier sogar aus Analogie. Doch hat man sich gerade in diesem Falle vor einem zu schnellen Anwenden derselben sehr zu wahren. Zunächst ist dann die Induction eine unvollständige, die sich aber auch hier durch Ausdehnung der Untersuchung und Zunahme der durch diese gewonnenen schlussfertigen Thatsachen der vollständigen nähert. Mit der Erweiterung der Induction wird es nun auch möglich, jene anfänglich unbestimmt zu lassende Gesammtheit von Thierformen näher zu bestimmen. Wir finden nämlich beim Ausdehnen unserer Operationen über die Gestaltverhältnisse der verschiedenartigsten Thiere, dass uns unser Schluss, wenn auch auf wenige, aber doch scharf von einander geschiedene allgemeine Normen führt. Diese nennen wir dann kurz Typen, wir sprechen von einem Typus der Wirbelthiere, der Gliederthiere u. s. w. Wir dürfen aber nicht glauben, durch vorläufiges Aufstellen dieser Typen schon deren Organisationsgesetze gefunden zu haben. Erst durch fortgesetzte Anwendung der Induction nähern wir uns dieser Aufgabe. Zuweilen sind wir im Stande, sie

---

1) Sehr instructiv ist z. B. das ideelle Schema eines Wirbelthierskelettes, wie es *R. Owen*, l. c., darstellt.

auf diesem Wege zu lösen. Häufig reicht jedoch die Induction nicht aus, oder die Thatsachen sind nicht von der Art, dass von ihnen aus direct auf ein Organisationsgesetz geschlossen werden könte. Da tritt denn auch hier die Hypothese in ihr Recht. Man scheint nun zwar im Allgemeinen zu bezweifeln, dass bei rein morphologischen Fragen auch Hypothesen benutzt und überhaupt zugelassen werden können. Indess entschlägt man sich wol mit Unrecht eines in anderen Zweigen der Zoologie so fruchtbringenden Verfahrens. Die Anwendung wird in den Fällen eintreten, wo zur Formulirung eines Organisationsgesetzes auf inductivem Wege noch zu viele Glieder auszufüllen sind, oder wo zur Zurückführung einer bestimmten morphologischen Erscheinung auf die im Allgemeinen schon erkannte typische Anordnung, also zu ihrer Erklärung, gewisse vorbereitende, durch die Erscheinung selbst sicher zu begründende Momente fehlen. Hier setzen wir das Organisationsgesetz als ideellen Typus oder im letzteren Falle die Erklärung als bekannt voraus, und suchen von diesen aus auf deductivem Wege das noch Fehlende zu ersetzen. Erweisen dann die durch den neuen Gesichtspunkt hervorgerufenen Anschauungen sich als mit der Natur übereinstimmend, so sind wir nun im Stande, die Richtigkeit unserer Hypothese auf inductivem Wege zu beweisen. — Beispiele dieser letzten Verfahrungsweise sind nicht gar selten. Bei der Erklärung des Wirbelthierskelettes stellte sich früher der Schädel als etwas nicht recht in Einklang mit dem übrigen zu bringendes in den Weg. Da hatte *Oken*[2]) die glückliche Idee, denselben als gleichfalls aus Wirbeln bestehend anzusehen; und die durch diese Hypothese neu geleiteten Untersuchungen lassen jetzt am inductiven Beweise für die Richtigkeit derselben und der dadurch gewonnenen Erklärung kaum etwas fehlen. Der *quadratus lumborum* wollte nicht recht in die typische Anordnung des übrigen Muskelsystems der Wirbelthiere stimmen; ich versuchte, ob man denselben nicht als Rudiment des Bauchtheils der am Rumpfe sonst fehlenden Seitenmuskelmasse betrachten könne. Hierdurch gewann ich neue Momente zur Bestimmung seines topographischen Verhaltens; und diese haben denn auch, wenn ich nicht irre, die Richtigkeit der ursprünglich hypothetischen Erklärung dargethan.

Wir sehen also auch hier, dass von einer besonderen, der Morphologie ausschliesslich eigenen Methode nicht die Rede ist, dass sich im Gegentheil dieselben Denkformen nachweisen lassen, wie wir sie in der Systematik und Physiologie fanden.

---

2) Nicht *Göthe*.

Einer besonderen Anschauungsweise ist hier noch beiläufig zu gedenken. Man hat geglaubt, und noch gegenwärtig sind viele ausgezeichnete Forscher dieser Ansicht, die Entwickelungsgeschichte der Organe in den einzelnen Thierclassen gebe den sichersten Anhaltepunkt zu ihrer morphologischen Erklärung und nannte dann dieses auf Entwickelungsgeschichte Sich-stützen die genetische Methode. Doch ist dies ebenfalls keine Methode; auch hier findet weiter nichts als ein Vergleichen und zwar desselben Organs auf verschiedenen Stufen seiner Entwickelung statt, an das sich erst Induction oder Hypothese anschliesst. Ob aber diese genetische Anschauungsweise zur Lösung morphologischer Fragen überhaupt berechtigt ist, darauf wird erst im zweiten Buche geantwortet werden können. Es genüge hier vorläufig diese Frage einfach zu verneinen.

Nach diesen einleitenden Betrachtungen kann denn nun zu dem Versuche selbst geschritten werden, die Grundsätze der Morphologie systematisch zu entwickeln. Es ist zuvor jedoch noch nöthig, dass wir den Weg oder die Ordnung, in der die einzelnen Sätze dargelegt werden sollen, etwas näher bestimmen. Wie auf ähnliche Weise in der Systematik, so kann man auch hier zwei verschiedene Wege einschlagen, den synthetischen und den analytischen, welche sich freilich in praxi nur schwer gänzlich scheiden lassen. Verführe man analytisch, so würde man aus der durch die Beobachtung gegebenen allgemeinen Übersicht der möglicherweise auftretenden oder fehlenden Organe die Hauptzüge der thierischen Organisation im Voraus zu bestimmen versuchen und dann deductiv, sich wieder an die Beobachtungen anlehnend, die einzelnen speciellen Organisationsgesetze entwickeln. Das ausschliesliche Verfolgen dieses Weges hat im Allgemeinen viel Missliches und bringt uns sehr leicht in die Gefahr, a-prioristische Deuteleien der Natur unterzuschieben. „Will man aber den Bildungen der schaffenden Natur nachspähen, so muss man ihr nicht Ideen unterschieben, sondern sie nehmen wie sich zeigt“ [3]). Es wird daher für eine allgemeine Wanderung durch das Reich thierischer Gestalten der zweite Weg sicherer sein, obgleich für einzelne Fälle, deren schon oben bei der Anwendbarkeit der deductiven Methode gedacht wurde, die Umkehrung der Synthese von grossem Nutzen ist. Bei dieser Synthese suchen wir zunächst die Gestaltungs-

3) *W. v. Humboldt*, Kawi-Sprache, Einleitung.

gesetze der engsten Gruppen auf, bestimmen dann Schritt für Schritt vorschreitend das den einzelnen morphologischen Eigenthümlichkeiten gemeinsame Allgemeine, um so endlich bis zur Darstellung der allgemeinsten Organisationsgesetze zu gelangen. Für beide Wege gelten übrigens dieselben Methoden; auch wird die Induction die häufigst angewendete sein; nur muss bei der Analyse dieselbe gewissermaassen rückwärts schliessen, dass das auf anderem Wege gefundene Gesetz, wenn es für einige Formen bestätigt wird, für alle zugehörigen gilt. Dies wird besonders innerhalb der einzelnen Typen gelten, wo wir manche specielle Einrichtung nicht verstehen (d. h. als Theil eines gesetzlichen Verhältnisses nachweisen) könten, wenn wir nicht zuvor das nächst höhere Organisationsgesetz kennen gelernt hätten. Doch wird sich dies beim Einzelnen von selbst ergeben.

Im Allgemeinen werde ich daher den Plan festhalten, auf die allgemeine Übersicht der allmählichen Complication der Organisationsverhältnisse die Bildungsgesetze der Individuen folgen zu lassen, auf diese dann die allgemeineren der morphologischen Typen u. s. w. Wenn es auffallen sollte, dass die zoologische Systematik zuweilen, wenn auch nicht als Erklärungsgrund doch als rathgebend befragt wird, so muss ich darauf aufmerksam machen, dass, abgesehen von der endlichen Classification des Thierreichs, unsere gegenwärtige systematisirenden Bestrebungen als der Morphologie coordiniert angesehen werden müssen, welche letztere, auf denselben Thatsachen fussend, nach denselben Methoden vorschreitend, von der Schwesterwissenschaft dieselben Dienste erwartet, welche sie ihr leisten muss.

Obschon eine ausführliche Motivirung des von mir befolgten Systems hier nicht gegeben werden kann, so glaube ich doch zur Bezeichnung des Sinnes, in welchem ich einzelne Gruppen aufgefasst habe, einiges mittheilen zu müssen. Die Protozoen betrachte ich mit *von Siebold* und *Kölliker* als Thiere, welche entweder aus einer einzigen Zelle bestehen oder deren Körperform sich auf eine solche zurückführen lässt. Die Coelenteraten fasse ich im Sinne *Rud. Leuckart's* auf[4]). Die betreffende Vereinigung der Polypen und Acalephen halte ich für die natürlichste. Was jedoch deren weitere Eintheilung betrift, so möchte ich dieselben in vier ziemlich gleichwerthige Gruppen trennen, welche eine Reihe sich eng an einander schliessender Formen darstellen und sich durch verhältnismässig sehr scharfe Merkmale unterscheiden. Während der mit weiter Leibeshöle und Mesenterialscheidewänden versehene Körper der eigentlichen Polypen, Anthozoa, ein vollständig abge-

4) *Frey* und *Leuckart*, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere, p. 37, 38. und: Über die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere, p. 13.

schlossenes Individuum darstellt, deren jedes, selbst wenn mehrere durch einen allen gemeinsamen Canal in Verbindung erhalten werden, die Organe zur Erhaltung der Art in sich entwickelt, stellen die Hydroiden (mit Ausnahme der diesen beigezählten Acalephenammen) Thiere dar, bei welchen die Organe dermaassen vertheilt sind, dass die Generationswerkzeuge nur einzelnen, in übriger Hinsicht verkümmerten, Individuen zukommen. Dabei ist der Körper dem der Anthozoen insofern entsprechend gebaut, als derselbe eine einfache verdauende Höle ohne gefässartige Verlängerungen dieser besitzt. Kann man die Anthozoen und Hydroiden als Polypen vereinigen, so muss man auch die Siphonophoren mit den übrigen Quallen als Acalephen bezeichnen. In beiden Abtheilungen treten neben der verhältnismässig engeren Leibeshöle Gefässe auf, welche als eine Verlängerung jener zu betrachten und bei allen hierher gehörigen Formen (auch bei den Siphonophoren) auf eine im Allgemeinen ziemlich übereinstimmende Weise angeordnet sind. Die Siphonophoren, welche ich daher nicht für Polypen halten kann wie *Kölliker*[5]), sondern ihrer ganzen Organisation nach für Medusen halten muss, schliessen sich als dritte Gruppe der Coelenteraten zunächst an die Hydroiden an, da bei ihnen die Vertheilung der Organe an besondere Individuen gleichfalls vorhanden, hier jedoch noch weiter gegangen ist. Es finden sich nämlich neben den ernährenden Individuen noch zeugende, fühlende und locomotive, welche sich jedoch alle durch den Bau ihrer Leibeshöle und die von derselben ausgehenden gefässartigen Fortsetzungen als Acalephenindividuen ausweisen, indem kein Polyp auf irgend einer Entwickelungsstufe derartige Gefässe besitzt. Die Siphonophoren sind daher Medusenstöcke. Die vierte Abtheilung ist endlich die der übrigen Acalephen, welche wie die Anthozoen unter den Polypen sämmtliche Organgruppen an einem Individuum vereinigt besitzen. Es ergibt sich daher folgendes Schema

Polypi	Organgruppen an einem Individuum vereinigt, Leibeshöle weit . .	Anthozoa.
	Organgruppen auf mehrere Individuen vertheilt, Leibeshöle enger, jedoch ohne Gefässe	Hydroidea.
Acalephae	Organgruppen auf mehrere Individuen vertheilt, Leibeshöle enger mit Gefässen	Siphonophorae.
	Organgruppen an einem Individuum vereinigt, Leibeshöle eng mit Gefässen	Ctenophorae. Discophorae.

In Betreff der übrigen Ordnungen des Thierreichs habe ich nicht nöthig, die Systematik zu berühren, da ihre Verwandtschaftsverhältnisse schon geordneter und leichter zu überblicken sind.

---

5) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 306. *Kölliker's* Untersuchungen verdanken wir die genaueste Kenntnis dieser Thiere.

ERSTES BUCH.

Über die

allmähliche Complication des thierischen Baues im Allgemeinen.

Erstes Capitel.

Unterschied zwischen Thier und Pflanze.

§. 7.

Bei Entwickelung der in der Einleitung dargelegten Grundsätze, nach denen die thierische Morphologie behandelt werden soll, wurde vorläufig von einer scharfen Begrenzung des Thierreichs abgesehen. Um jedoch eine Übersicht der die Erscheinungen des Lebens tragenden Organe und Organgruppen, die entweder nothwendig oder möglicherweise in den Bau thierischer Körper eingehen können, zu geben, wird es nunmehr gefordert, den Begriff des Lebens, wie er früher allgemein aufgestellt wurde, auf den des thierischen zu beschränken, welche Beschränkung jedoch natürlich nicht den Begriff selbst, denn Pflanzen und Thiere leben ja eben beide, sondern nur die Äusserungsweise desselben treffen kann. Mit einem Worte, es ist jetzt zunächst des Unterschieds zwischen Pflanzen und Thieren zu gedenken. Ich würde diesen vielleicht erst spät zu einer definitiven Entscheidung gelangenden Streit sehr gern unberührt gelassen haben, wenn nicht vorzüglich zwei Punkte seine Erwähnung zu fordern schienen. Da nämlich einmal der Annahme nichts im Wege steht, dass, bei der Zusammensetzung der Thiere und Pflanzen aus Zellen, die Zahl der einen Organismus constituirenden Zellen auf eins sinken kann, so können möglicherweise die einzelligen Organismen entweder Entwickelungsformen oder ausgebildete Geschöpfe beider Reiche einschliessen. Es werden aber ferner diese einzelligen Wesen dadurch für uns noch wichtiger, als unter denselben Formen auftreten, deren Gesammteigenthümlichkeiten rein thierisch sind und welche sich unmittelbar an entschieden animale Geschöpfe anschliessen, die wenigstens auf eine Zelle zurückzuführen sind.

Gehen wir nun darauf aus, Unterscheidungsmerkmale zwischen Thieren und Pflanzen zu finden, so kömt es zunächst darauf an, wo

dieselben zu suchen sind. Es gibt allerdings wol Naturforscher, die diese Untersuchung für überflüssig halten, da sie meinen, es bestünde gar kein Unterschied zwischen den beiden Reichen. Doch halte ich es für unrecht, denselben ganz zu leugnen. Denn selbst wenn man sich beide als Glieder einer einzigen ununterbrochenen allgemeinen Reihe organischer Geschöpfe denkt, wird man schwerlich die Annahme von Formen rechtfertigen können, die als Übergangsglieder weder das eine noch das andere sind, wie auch umgekehrt in den Systemen beider Reiche keine Formen auftreten, die mit demselben Rechte zu zwei verschiedenen Abtheilungen gerechnet werden könten. Geht man ferner von den vollkommneren Geschöpfen in beiden Reichen aus, so bestimmt sich der Charakter der Pflanzen als der der einfachen Vegetation, der der Thiere als Vegetation *plus* dem eigentlich Thierischen. Der Unterschied ist also hier ein ganz positiver. Wendet man dies nun auf die zweifelhaften Grenzwerthe an, so wird sich nie leugnen lassen, dass eine Zelle dann aufhört eine Pflanze zu sein, sobald sich an ihr ausser den vegetativen Lebenserscheinungen noch Äusserungen beobachten lassen, die auf einen wenn auch noch so kleinen Bruchtheil jener zur Vegetation der Pflanze hinzutretenden animalen Erscheinungen hinweisen. Auch hier haben wir Vegetation *plus* Thierischem und von jenen Beispielen nur gradweise verschiedene Fälle. Im Folgenden wird es sich zeigen, ob man das Thierische als etwas so Positives betrachten kann.

Bei Beurtheilung des pflanzlichen oder thierischen Charakters eines organischen Geschöpfes kommen drei Punkte in Betracht, welche aus dem Begriffe des Lebens resultiren: seine Ernährungsweise, seine Fortpflanzungsweise und sein Verhalten zur Aussenwelt. Da Pflanzen und Thiere gleichmässig diese drei Beziehungen erkennen lassen, so wird auch in einer wenigstens von ihnen der Unterschied zwischen beiden zu finden sein.

Was zunächst die Ernährung betrifft, so wird der bei derselben stattfindende chemische oder elementar-physikalische Vorgang in beiden Reichen derselbe sein, da in beiden derselbe an Zellen gebunden ist, und die diesen Zellen anhaftenden Eigenschaften natürlich beiden gemein sein werden, sofern nicht durch secundäre Erscheinungen die Äusserung einiger derselben verhindert ist. Ein durchgreifender Unterschied scheint dagegen in der Art der Nahrungsaufnahme zu liegen, der vielleicht allein Anhaltepunkte gibt, beide organische Formen von einander sicher zu unterscheiden, wovon sogleich mehr.

Da die Fortpflanzung sich in beiden Reichen durchaus auf eine eigenthümliche Modification der Wachsthumserscheinung an Zellen

gründet, so ist auch sie nicht im Stande, Unterscheidungsmerkmale zu liefern. Bei beiden wird die Zellentheilung als erste Form der Vermehrung eines an sich einzelligen Geschöpfs auftreten; in beiden Reichen ist die Fortpflanzung der höher organisierten Formen an die Bildung besonderer Fortpflanzungszellen gebunden. Das Wichtigste bleibt daher die Beziehung des organischen Geschöpfs zur Aussenwelt und die Art, wie dieselbe vermittelt wird. Da das Verhältnis des Medium zum lebenden Körper, wie schon früher erwähnt, ein gegenseitiges ist und eine Action des Medium nicht ohne eine Reaction von Seiten des letzteren, und umgekehrt, gedacht werden kann, so wird von selbst klar, dass von der Einwirkungsweise des Medium auf den Körper und dieses auf das Medium ein unterscheidendes Merkmal nicht abgegeben werden kann, indem die dabei in Thätigkeit kommenden elementären Vorgänge beiderseits gleich sein werden. Die äussere Form dieses Wechselverkehrs dürfte aber von Wichtigkeit werden, sobald es uns gelingt, die bei vollkommenen Thieren und Pflanzen in Bezug auf diesen Punkt in die Erscheinung tretenden verschiedenen Merkmale auch bei den einzelligen Grenzwerthen in Minimaltheilen aufzufinden. Es liegt hier zunächst nahe, daran zu denken, dass die einzelligen Geschöpfe, wenn auch in ihrer Organisation bis auf eine Zelle reduciert, doch alle die den vollkommneren Formen beider Reiche zukommenden Functionsreihen gewissermaassen *potentiâ* besässen. Doch wäre durch eine solche Annahme weder die Erklärung der Lebenserscheinungen der einzelligen Organismen, noch der Unterschied zwischen Thier und Pflanze im Geringsten gefördert, wozu noch kömt, dass wir in Bezug auf letzteren, falls überhaupt die Trennung scharf durchgeführt werden soll, gewisser palpabler Erscheinungen bedürfen, die es uns praktisch möglich machen, den Unterschied in einem gegebenen Falle sicher zu constatiren. Ich will hier nicht wiederholen, was schon an anderen Orten und besser als ich es vermöchte über die Verschiedenheit der chemischen und physikalischen Pro- und Educte des Pflanzen- und Thierreichs und über die aus diesen für die sogenannten Übergangsformen resultirenden Charaktere gesagt worden ist[1]), indem ich der Überzeugung bin, dass von dieser Seite her der Unterschied zwischen Thier und Pflanze in ihren einfachsten Formen definitiv nicht wird festgestellt werden können; dagegen will ich untersuchen, ob nicht gewissen Eigenthümlichkeiten der den beiden Reichen angehörigen Formen, die unter gewissen Verhältnissen Gegenstand der directen

1) S. u. a. *Lotze*, allgem. Physiol. p. 496.

Beobachtung werden können, in Bezug auf die praktische Unterscheidung des Thieres von der Pflanze etwas mehr Gewicht beigelegt werden sollte, als es gewöhnlich geschieht, womit ich jedoch nicht gesagt haben will, dass damit alle Schwierigkeiten der Unterscheidung beseitigt werden könten.

Nehmen wir hier wieder die complexer organisierten Formen beider Reiche zu Hilfe, so tritt uns als hauptsächlichster morphologischer Unterschied die Isolirung bestimmter Zellencomplexe zu eigenthümlichen Organen bei Thieren entgegen, während mit Ausnahme der Fortpflanzungszellen eine solche organologische Sonderung bei Pflanzen nur in höchst untergeordnetem Grade eintritt. Mit diesem Auftreten bestimmter Organe ist physiologischerseits die Spaltung des bei Pflanzen verhältnismässig einfacheren Lebensprocesses in mehrere, jenen drei Beziehungen mehr oder weniger entsprechenden Functionsgruppen der Thiere verbunden. Man unterscheidet sie gewöhnlich als Organe des vegetativen und animalen Lebens, unter ersteren die Organe der Ernährung und Fortpflanzung verstehend. Sehen wir für einen Augenblick von den rein einzelligen Formen ab, so finden wir, dass alle Thiere, selbst die noch nicht aus mehreren Zellen bestehenden, sondern wenigstens auf eine Zelle zu reducirenden, ihre feste Nahrung in das Innere ihres Körpers aufnehmen, entweder in einen von der Leibessubstanz getrennten Darm (alle mit Ausnahme der Protozoen und Coelenteraten *Rud. Leuckart's*) oder in die Leibeshöle selbst, von der sich ein Darm noch nicht gesondert hat (Polypen und Acalephen) oder durch eine kürzere oder längere Speiseröhre in die Körpersubstanz (die Stomatoda unter den Infusorien), während sich, wie bekannt, die Pflanzen sämmtlich nur durch endosmotische Aufnahme gelöster Stoffe durch ihre Zellmembran ernähren. Nimt man nun hierzu, dass die einzelligen Rhizopoden und einige Formen der sogenannten Stomatoden, denen nach genaueren Untersuchungen eine Mundöffnung und Speiseröhre fehlt, sich gleichwol durch Bildung eines temporären Mundes unter Aufnahme fester Stoffe in das Innere ihres Körpers ernähren[2]), so bleiben nur noch die mundlosen Formen der eigentlichen Infusorien (Astasia, Euglena, Opalina etc.) übrig, um allen Thieren[3]) die Aufnahme geformter

---

2) S. *Kölliker*, Actinophrys sol, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I. p. 203 u. 208.

3) Hiervon machen nur die Anenterati *R. Leuckart's* (Cestoden und Acanthocephalen) unter den Würmern, wie es scheint, eine Ausnahme, die sich durch die eigenthümlichen Lebensverhältnisse dieser Thiere erklärt und später besonders erwähnt werden wird.

Nahrung in das Innere ihres Körpers zuschreiben zu können. Was nun diese letzteren anlangt, so wird es aus anderen Gründen zweifelhaft, dass sie Thiere oder vollständig entwickelte Thiere sind. Ich erinnere daran, dass Euglena einen sogenannten ruhenden Zustand durchläuft, in welchem sie wie die meisten niederen Algen zur Zeit ihrer Ruhe mit einer starren Cellulosenhaut umgeben ist. Ferner verdient es wol Aufmerksamkeit, dass *Agassiz* gefunden hat, dass ein zur Gattung Opalina gehöriges Thier der sogenannte infusoriumartige Embryo eines Distoma und der aus einem Planarienei sich entwickelnde Embryo ein Paramecium ist[4]), dass ferner gewisse einfachere Formen von Infusorien (Actinophrys, Acineta, Podophrya z. B.) nur die Larvenzustände anderer sind, deren Organisation an ihrer thierischen Natur keinen Zweifel lässt (Vorticella z. B.)[5]).

Nach alle dem eben Erwähnten glaube ich die Aufnahme geformter Nahrungsstoffe in das Innere des Körpers als für die Thiere charakteristisch ansehen zu dürfen, halte dafür, dass sie wenigstens wichtiger ist, als viele andere Merkmale. Der Werth dieses Umstandes als Unterscheidungsmerkmal wird besonders deshalb kein unbedeutender sein, weil bei Beurtheilung der thierischen Natur eines Geschöpfes aus anderen Zeichen die subjective Meinung des Beobachters die in den Erscheinungen selbst liegende Zweideutigkeit noch vergrössert. Mit der Aufnahme geformter, die Oberfläche der Zelle nicht allseitig berührender Nahrung ist nämlich das Bedürfnis für das Thier entstanden, sich seine Nahrung zu suchen, und man sagt nicht ganz unwahr, das Thier bewegt sich aus Mangel an Nahrung. Diese Bewegungen hielt man für das erste Auftreten des animalen Lebens und suchte in ihrer Form die höheren Thieren eigene Willkürlichkeit zu finden. Wenn es auch nicht zu leugnen ist, dass die Bewegungen gewisser einzelliger Thiere (Gregarina z. B.) von der schwärmenden Bewegung vieler Algensporen leicht zu unterscheiden sind, so wird doch jeder Beobachter zugestehen, dass es auch Fälle gibt, in welchen es sehr schwer, wenn nicht unmöglich ist, die Bewegungen auf eine Absichtlichkeit zurückzuführen. Man schreibt wol die Bewegung dem Rudimente der Beseelung zu, welches diese Thiere be-

---

4) *Silliman*, Amer. Journ. Mai 1852. p. 425. Die Turbellarienembryonen weichen jedoch sonst sehr von den Infusorien ab.

5) Schon *Bergmann* und *Leuckart* verweisen übrigens die mundlosen Astasiaeen und Peridinaeen in das Pflanzenreich. S. Anatomisch-physiologische Übersicht des Thierreichs p. 132—133.

sässen. Indess dürfte dieses sich kaum in etwas Anderem offenbaren, als in dem Entschlusse, sich überhaupt zu bewegen, während die Form der Bewegung selbst ganz und gar von der Körperbeschaffenheit abhängt. Und jener erste Anstos zur Bewegung könte ohne Zwang davon hergeleitet werden, dass bei einem bestimmten Grade von Nahrungsmangel die contractile Körpersubstanz sich mit Nothwendigkeit zu contrahiren begänne. Da nun die einzelligen Thiere in der Mehrzahl der Fälle nackt, allen Einflüssen äusserer Reize zugänglich sind, so dürfte die Einwirkung dieser letzteren auf die Form der, ich möchte sagen, Reizbewegung nicht ohne Einfluss sein. Es kömt hier darauf an, die Form der Bewegung bei Thieren von denen der Pflanzen zu unterscheiden. In beiden Fällen müssen contractile Theile vorhanden sein; in Pflanzen sollen sich dieselben auf den wimpertragenden Saum beschränken, während bei Thieren die ganze Körpersubstanz contractil sei. Hierbei ist zu bemerken, dass einmal Contractilität nur an chemisch sehr nahe verwandte Substanzen gebunden sein kann (wie denn auch der contractile Primordialschlauch der Pflanzen aus einer stickstoffhaltigen Substanz besteht), dass also das stellenweise Auftreten dieser contractilen Substanz nur einen gradweisen Unterschied zwischen beiden Reichen bedingen könte, dass aber ferner im Gegensatze hierzu eine Formveränderung der ganzen nur mit dem Primordialschlauch umgebenen Pflanzenzelle direct beobachtet werden kann und sie nur dann aufhört, wenn die starre Cellulosenhaut die Zelle eingeschlossen hat. Muss schon hiernach die Bedeutung der Bewegungsweise als unterscheidendes Merkmal für mindestens zweifelhaft angesehen werden, so verliert sie durch andere Erscheinungen fast gänzlich ihren Werth. Die Bewegungen der Euglena für rein thierisch und willkürlich zu halten hat bis jetzt Niemand gezweifelt. Was wird aber aus der thierischen Natur dieses Wesens, wenn es sich mit einer Cellulosenhaut umgibt? Cellulose ist allerdings schon an manchen Orten im Thierreich aufgefunden, aber wol nirgends als secundäre Zellmembran. Man muss nun entweder annehmen, dass Euglena einmal ein Thier, zu einer anderen Zeit eine Pflanze ist, oder, was wol noch einfacher daraus folgt, ihre Bewegungen sind keine thierischen.

Es versteht sich von selbst, dass ich mit dieser kurzen Auseinandersetzung die Frage von der Unterscheidbarkeit einzelliger Thiere und Pflanzen nicht habe erledigen wollen. Nur darauf habe ich die Aufmerksamkeit anderer Beobachter lenken wollen, dass die Aufnahme geformter Nahrung wol nur bei Thieren und zwar bei allen, auch den einzelligen, vorkomt, und dass dieses Merkmal vielleicht eine grössere

Bedeutung besitzt, als die sogenannte willkürliche Bewegung. Das Wichtigste bleibt aber die Beobachtung eines vollständigen Entwickelungskreises, indem man einzelne Zustände, bei gleichzeitigem Mangel an Beobachtungen über die Ernährung, kaum je mit absoluter Sicherheit als Pflanzen oder Thieren zugehörig wird bestimmen können.

Es sei mir erlaubt, neben der eben erörterten praktischen Seite der Frage auch die theoretische mit ein paar Worten zu berühren. Das Nächstliegende ist hier die Frage, ob wirklich jedes organische Wesen einem der beiden Reiche nothwendig angehören müsse, oder ob es nicht Mittelglieder zwischen beiden geben könne. Von der in vielen Fällen vorhandenen morphologischen Identität der Zellen ausgehend, nahm ich früher selbst an, dass die einzelligen Geschöpfe eine Art Bindeglied zwischen dem Pflanzen- und Thierreiche ausmachten, was ich in meinen Vorlesungen auf folgende Weise graphisch darstellte. Legt man den einzelligen Eizustand sämmtlicher Thiere und Pflanzen zu Grunde als Horizontallinie, so wird eine unter beliebigem Winkel aufsteigende Linie die Entwickelung des Thierreichs und Pflanzenreichs ausdrücken können. Unter der Annahme, dass sich beide Reiche von derselben Grundlage aus nach verschiedenen Richtungen hin entwickeln, wird man ferner die beiden das Pflanzen- und Thierreich repräsentirenden Linien nach verschiedenen Seiten von der horizontalen sich erheben lassen können. Nun braucht man nur die das eine Reich darstellende Linie in ihrem Anfangspunkte über den der anderen zu verlegen, um ein beiden Entwickelungsreihen angehöriges Gebiet zu erhalten, was insofern die einzelligen Geschöpfe ganz gut repräsentiert, als es der Horizontallinie, die durchweg den einzelligen Zustand darstellt, am nächsten ist. Von diesem gemeinschaftlichen Gebiete *a* aus würden sich dann Pflanzen *b* und Thiere *c* nach verschiedenen Richtungen hin entwickeln:

Ich habe indess schon vorhin darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Übergang deshalb nicht zulässig ist, weil nirgends in der organischen Natur ein solcher Übergang selbst zwischen nah verwandten Formen auftritt, dass also auch die sprachliche Trennung der Pflanzen und Thiere durch die Natur gerechtfertigt sein dürfte. Hierzu kömt ferner noch, dass, je weiter wir in dem Alter unserer organischen Schöpfung zurückgehen, desto mehr die Specialisirung zurücktritt und wir immer schärfer von einander getrennte Formen finden, die sich zwar insgesammt mit denen der jetztlebenden Welt zu einem Systeme verbinden lassen, die aber, wie schon früher erwähnt, nur das Allgemeine der Gruppe, zu der wir sie rechnen müssen, an sich tragen. Bei der Bestimmung des Begrifs eines Naturreichs wird *Lotze* auf den Begriff zufälliger Wesen geführt [6]); und insofern das Leben nicht durch einen zauberischen Hauch

6) Allgem. Physiologie p. 490.

den Körpern eingeflösst ist, sondern nur das Resultat des Zusammenwirkens vieler Kräfte, hat er auch vollkommen recht, die Möglichkeit des planlosen Entstehens solcher zufälligen Naturproducte nicht von vorn herein zu leugnen. Er führt indess selbst das charakteristische Merkmal an, wodurch sich die legitimen Naturproducte von solchen zufälligen Bildungen unterscheiden: die Gleichartigkeit der Fortpflanzung. Da nun bei allen, auch bei manchen früher in ihrer Entwickelung zweifelhaft gebliebenen einzelligen Geschöpfen, deren Lebenserscheinungen vollständig beobachtet worden sind, ohne Ausnahme diese Gleichartigkeit der Fortpflanzung, sei es als einfache Entwickelung oder als Generationswechsel u. s. w., wirklich nachgewiesen ist, so wiegt die Wahrscheinlichkeit, auch an den noch nicht vollständig gekannten Formen dieselbe Beständigkeit ihres Wesens über ihr individuelles Leben hinaus finden zu können, die bis jetzt durch keine einzige Beobachtung unterstützte Annahme solcher zufälligen Bildungen vollständig auf, mag man nun damit den Gedanken an eine wesentliche Form derselben verbinden oder nicht.

Zweites Capitel.

Übersicht der einzelnen Organe.

§. 8.

Wie schon oben (§. 5) erwähnt müssen wir uns, um eine Übersicht über die in den Bau thierischer Körper überhaupt eingehenden Organe zu gewinnen, an deren functionelle Bedeutung anlehnen, da wir nur dadurch die Organe, deren Auftreten und Lagerungsverhältnis in den einzelnen Abtheilungen wir untersuchen wollen, überhaupt erst als solche erhalten. Es ist daher nöthig, noch einmal an die dreifache Seite des thierischen Lebens zu erinnern, für welche wir bei den zusammengesetzteren Thierformen besondere Organe und Systeme finden werden. Die sämmtlichen Organe eines Thieres werden sich nämlich auf die drei Hauptsysteme zurückführen lassen: Organe der Ernährung oder zur Erhaltung des Individuum, Organe der Fortpflanzung oder zur Erhaltung der Art und Organe zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt [1]). Beginnen wir hier mit Betrachtung der

1) Um hier nicht etwa glauben zu lassen, als hätte ich jetzt schon vergessen, dass ich oben gegen die teleologische Anschauung gesprochen habe, muss ich bemerken, dass ich hier keine physiologischen Fragen vor mir habe, sondern nur versuchen will, unter ausdrücklicher Zugrundelegung der äusserst zweckmässigen Einrichtung thierischer Körper eine einigermaassen zusammenhängende Übersicht

Organe zur Erhaltung des Individuum. Die Hauptfunction ist hier selbstverständlich die Ernährung, zu der sich die anderen nur wie assistirende Functionen verhalten. Haupttheil des dieser Function dienenden Systems ist das assimilirende Centralorgan, was bei der im Vorigen erwähnten Ernährungsweise der Thiere als eine die Nahrung aufnehmende Höle erscheinen wird. Es können hier drei Fälle auftreten: entweder die Nahrung wird durch einen bleibenden oder nur nach Bedürfnis gebildeten Mund in das zähflüssige Körperparenchym eingedrückt, oder die Körpersubstanz ist einfach ausgehölt und mit einem zur Nahrungsaufnahme bestimmten Munde versehen, oder endlich es existiert ein von der übrigen Leibessubstanz getrennter Darmkanal, welchem nur in seltenen Fällen eine Afteröffnung fehlt. Der erste Fall findet sich bei den Protozoen verwirklicht, der zweite bei den Coelenteraten, der dritte von den Echinodermen an bei allen übrigen Thieren.

Da eine besondere Darmhöle gleichzeitig mit der Zusammensetzung des Thieres aus mehreren oder unendlich vielen Zellen auftritt, so wird ihre Function nicht mehr die der unmittelbaren Ernährung sein, sondern die der Vorbereitung zur Ernährung, sie wird verdauende Höle, aus welcher dann erst die einzelnen Zellen ihre Nährstoffe aufnehmen. Da jedoch in diesem Falle die Nahrung nicht in unmittelbaren Contact mit dem ihre Assimilirbarkeit bewirkenden Zelleninhalt komt, so ist hier auch das Bedürfnis für eine Secretion verdauender Säfte gegeben, womit gleichzeitig die bei allen Thieren so eng mit der Verdauung verbundene Gallenabsonderung eintritt. Das nächste wird daher die Differenzirung besonderer Magensaft- und Leberzellen sein. — Es kann nun in jenem Falle, wo die Leibeshöle selbst verdauende Höle wird, entweder die Höle die übrige Körpermasse, oder die letztere die Höle an Umfang überwiegen, ersteres findet sich, wie später noch erwähnt werden wird, bei den Polypen, letzteres bei den Acalephen. Wenn auch in beiden Fällen die Secretion des verdauenden Saftes an eine dem Munde näherliegende Stelle der ganzen Höle beschränkt wird, die bei den Anthozoen und Ctenophoren eine Art besonderen, natürlich am Grunde offenen Magenschlauchs bildet, so muss doch auf der anderen Seite dafür gesorgt worden sein, dass die nun flüssig gewordene Nah-

---

der in den Bau der Thiere eingehenden Organe zu geben, wobei ich mir nicht die physiologische Frage stelle: welches sind die Bedingungen, deren physikalisch-nothwendige Folge diese Functionen sind, sondern mich dabei vollständig beruhigen kann, dass ich weiss, bestimmte Organe haben diese oder jene Function.

rung möglichst vielen Stellen der inneren Oberfläche des Thieres zugeführt wird. Dies geschieht bei den Polypen dadurch, dass faltenartige Vorsprünge die Oberfläche der Höle vergrössern, bei den Acalephen durch Bildung von Canälen, die von der Leibeshöle aus und mit ihr in offener Communication das Körperparenchym durchsetzen.

Durch die letzterwähnte Bildung ist die erste Andeutung eines Systems gegeben, was bei allen übrigen Thieren, die mit einem von der Körpersubstanz getrennten und mit der Leibeshöle nicht mehr communicirenden Darmkanal versehen sind, nothwendig wird. Es ist dies das Gefässsystem. Während nämlich bei den Protozoen das neu acquirierte Material durch die bei der Contraction des Körperparenchyms eintretende Verschiebung der Molecüle mit diesen allseitig in Berührung gebracht wird, während dann bei den Coelenteraten die gelösten Nährstoffe möglichst vielen der zu ernährenden Zellen direct zugeführt werden, bleibt die Aufnahme der Nahrung bei Thieren mit einem von der Leibeshöle abgeschlossenen Darme auf die diesen constituirenden Zellen beschränkt, und es würden nur diese allein ernährt werden, wenn nicht ein Apparat den Nahrungssaft von diesen aufnähme und allen übrigen vom Darm entfernteren Körpertheilen zuführte. Es findet sich daher auch ein System von Röhren, was alle Theile des Körpers mit der nährenden Flüssigkeit versieht, die dieselbe nicht unmittelbar erhalten können, bei allen Thieren von den Echinodermen bis zu den Wirbelthieren. Da ferner die in diesen Gefässen enthaltene Flüssigkeit einem stäten Wechsel unterliegen muss, wird sie durch Contractilität entweder sämmtlicher Gefässwandungen, oder nur einzelner Stellen des Gefässsystems in Bewegung gesetzt, wobei es ursprünglich einerlei ist, welche Richtung diese Strömung annimt. Diese wird später durch das Auftreten anderer Organe allerdings bestimmt, kann jedoch in einigen Fällen wechseln, was bei den Arthropoden und Mollusken zuweilen eintritt. Ein Gefässsystem kann aber ferner nicht bestehen ohne der Nahrungsflüssigkeit, die bei der Berührung mit den zu ernährenden Gewebstheilen in ihrer Zusammensetzung verändert wird und aus denselben untauglich gewordene Stoffe aufnimt, die Möglichkeit zu geben, von den einmal getränkten Theilen zurückzufliessen und sich, da sie immer noch für den Organismus werthvolle Stoffe führt, unter Abgabe des Unbrauchbaren zu reinigen. Die erste Forderung ist durch die Kreisform der Blutbahn, die letztere durch das Auftreten der Respiration und Harnsecretion erfüllt. Für beide Functionen treten mit dem Auftreten eines Darmes und des

durch diesen wieder bedingten Gefässsystems besondere Organe auf. Zur Respiration dienen Kiemen, Lungen und Tracheen, und zwar nennt man die Athemorgane Kiemen, wenn das zu respirirende Medium an der Oberfläche entweder äusserer Fortsätze oder innerer Hölen vorbeigeführt wird, Lungen, wenn es in blasen- oder sackförmige Einstülpungen der Haut (Schleimhaut), Tracheen, wenn es in röhrenförmige Gebilde eingesogen das an den Wandungen dieser Organe vorhandene Blut findet. Jedenfalls ist auch manche Form des Wassergefässsystems vieler wirbellosen Thiere in gewisser Beziehung zu den Respirationsorganen zu rechnen, und würde dann für die wasserathmenden Formen die Tracheen der Luftathmer repräsentiren. Es ist dies jedoch auch noch von anderem morphologischen Interesse, insofern in ihm eine Berührung der sauerstoffaufnehmenden Flüssigkeit selbst mit dem Wasser eintritt, ein Umstand, der später noch näher gewürdigt werden wird. Der Harnsecretion dienen besondere Zellen, die entweder bestimmten Stellen des Darmkanals anliegen können, oder, wie es auch die Leberzellen thun, zu besondern röhrenförmigen oder parenchymatösen Organen verbunden werden, die man dann Nieren nennt.

Darm, Gefässe, Respirations- und Harnorgane treten daher gleichzeitig auf; wo wir eins von ihnen wahrnehmen, sind wir berechtigt die übrigen zu suchen; sie werden sich finden. Vielleicht kann man sogar den Harnorganen eine noch grössere Verbreitung zuschreiben, sofern man die Function der Harnsecration als den Thieren allgemein eigen wol anzunehmen berechtigt ist. Die gröbere morphologische Bildung der drei ersten versteht sich gewissermaassen von selbst; die Harnorgane lassen sich durch den chemisch eigenthümlich constituirten Zellinhalt erkennen.

Zu den bis jetzt erwähnten Hauptorganen treten aber noch einige andere, zuweilen mit grosser Constanz. Die Mundhöle ist meistens je nach der Nahrung des Thieres mit besonderen die Nahrungsaufnahme erleichternden Organen ausgerüstet. Wo kein Darm vorhanden ist fehlen dieselben jedoch, da in diesen Fällen die Mundöffnung gleichzeitig die Stelle des Afters vertritt und der Ein- und Austritt des zur Respiration dienenden Wassers, was hier mit den Nahrungsstoffen in die Leibeshöle gelangt, so frei als möglich sein muss[2]). Ist dagegen ein von der Leibeshöle getrennter Darm zugegen, dann finden sich auch am Eingange in denselben bei flüssiger Nah-

2). Auch bedarf hier, wie es scheint, der äusserst kräftig lösende Darm- oder Magensaft keiner vorbereitenden Zerkleinerung und Einweichung der Nahrung.

rung Saugwerkzeuge, bei fester Organe zur Zerkleinerung und Bissenbildung, Kauorgane und Speicheldrüsen, letztere nach ihrem mechanischen Nutzen beurtheilt. Am Darme selbst sondern sich in vielen Fällen die Galle secernirenden Zellen zur Bildung einer compacten Drüse, der Leber, ab, die ihr Secret stets in der Nähe der Magenerweiterung des Darms in denselben ergiesst. Auch localisiren sich die einzelnen Acte der Darmthätigkeit so, dass auf einen mechanisch die Aufnahme bewirkenden Oesophagus ein drüsenreicher Magen folgt, dessen Hauptfunction die ist, die Nahrung assimilirbar zu machen, während der übrige Darm die Resorption der Nährstoffe in die Säftemasse und schliesslich das Fortschaffen der nicht weiter zu benutzenden Stoffe bewirkt. In der Darmwandung selbst oder getrennt von ihr treten dann noch drüsenartige Secretionsorgane auf, die mit ihrem Secrete die innere Oberfläche des Darmes netzen, zuweilen in irgend einer Beziehung zum Processe der Verdauung stehen[3]).

Auch das Gefässsystem hat seine Anhangsgebilde. Die in demselben circulirende Flüssigkeit hat nämlich zunächst die beiden, schon oben angedeuteten Functionen, entfernten Körpertheilen die Nahrung zuzuführen, und dann durch Aufnahme von Sauerstoff die Respiration des Körpers zu vermitteln. Für beide Bedürfnisse treten ursprünglich zwei Flüssigkeitsarten auf, von denen die eine die assimilierte Nahrung in geschlossenen Röhren im Körper verbreitet, während die andere, mit zum Gasaustausche besonders geeigneten, zellenartigen Gebilden versehen, entweder das zu respirirende Medium an der Oberfläche dünnhäutiger Organe aufsucht, oder sich direct mit demselben mischt, wobei, da in diesem Falle das Wasser jenes Medium ist, gleichzeitig der Wassergehalt der Säftemasse reguliert wird. Bei höheren Thieren treten beide Arten zu einer Masse zusammen und mit dem Auftreten dieser so vorwiegend plastischen Flüssigkeit tritt in ihr ein selbständiges Leben auf, sie wird Gewebe; die in ihr enthaltenen Gebilde stellen die Zellen, die Flüssigkeit eine Intercellularsubstanz dar. Mit der Gegenwart solchen ein Gewebe bildenden Blutes sind nun aber constant Organe gegeben, welche ganz sicher in Beziehung zur Bildung, Veränderung und Rückbildung des Blutes stehen: das Lymphgefässsystem, die sogenannten Blut-

3) Eine vergleichende Untersuchung über die Verdauungsfähigkeit der Magen- und Darmsäfte von Thieren verschiedener Classen auf eiweissartige Körper, Fette und Amylacea oder Zucker wäre sehr wichtig; es würden sich dabei auf dem Wege der Exclusion die Functionen bestimmter Organe höherer Thiere vielleicht leichter eruiren, die Gesetze der Verdauung sicherer ermitteln lassen.

gefässdrüsen oder folliculären Drüsenapparate und die Milz. Auch diese Organe kommen selbstverständlich nur bei Wirbelthieren vor, da bei der mangelnden Abgeschlossenheit des Bluts zu einem specifischen Gewebe bei wirbellosen Thieren auch keine Organe gefordert werden, welche das im Körper kreisende und stets zu verjüngende Blut in seinem vegetativen Leben unterstützen könten.

Zu den Respirations- und Harnorganen treten, ausser den im morphologischen Theile zu erwähnenden Zu- und Ableitungsapparaten, keine assistirenden Organe. Die Verbindung der Respirations- mit den Stimmorganen und der Harn- mit den Sexualorganen, wie sie bei höheren Thieren auftritt, ist entweder wie letzteres nur als ein morphologisches Factum hinzunehmen, oder beruht auf Bedürfnissen, die bei den Organen zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt zur Sprache kommen.

§. 9.

Organe zur Erhaltung der Art. Wie schon oben erwähnt, gründet sich die Fortpflanzung organischer Geschöpfe durchaus auf eine eigenthümliche Modification der Wachsthumserscheinung an Zellen. In dem einfachsten Falle einzelliger Thiere wird daher die Vermehrung der Individuen auf einer Theilung der das ganze Individuum darstellenden Zelle beruhen. In allen übrigen Formen ist die Fortpflanzung der Art an die Bildung besonderer, neuen Individuen zur Grundlage dienender Zellen gebunden, die Eier. Die Beobachtung hat jedoch nachgewiesen, dass einmal die Natur, wo es nur auf eine Vermehrung der Individuen ankam, nicht bis zur Bildung bestimmter Fortpflanzungszellen zu gehen brauchte, sondern dass eine, den gewöhnlichen Formen noch näber stehende Art des Wachsthums die Bildung neuer Individuen vermittelte, und dies ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung; sie zeigte aber ferner, dass, wenn ein Individuum durch Bildung wirklicher Eier für die Erhaltung der Art über sein individuelles Leben hinaus sorgte, sich diese Eier niemals zu einem der Fortpflanzung durch ähnliche Eier fähigen Thier entwickeln können, ohne von einer sogenannten männlichen Form den Anstoss zur Entwickelung erhalten zu haben, welches männliche Element, der eigentlich zeugenden weiblichen Form gegenüber nur anregend, befruchtend, entweder durch blosses Wachsthum (Knospen, Sprossen)[1]) oder durch wirkliche Eier wie das weibliche

1) Ich erinnere an die Bildung der Spermakapseln bei Hydra und vielen anderen Hydroiden. Diese Beispiele sind allerdings der Stellung dieser Thiere wegen

entstanden sein kann. Das Zusammenwirken dieser beiden, weiblichen und männlichen Form, macht das Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung aus und für beide Theile lässt sich denn in dem Thierreiche eine Reihe allmählich complexer werdender Organe nachweisen, welche, nur in seltenen Fällen auf einem Individuum vereinigt, in der grossen Mehrzahl thierischer Formen die beiden, getrennten, Geschlechter charakterisiren.

In den einfachsten Fällen, wo das ganze Thier nur aus einer einzigen Zelle besteht, wird diese selbst Fortpflanzungszelle, jedoch nicht so, dass sich aus ihm ein neues Individuum entwickelt, wodurch der bei der Fortpflanzung nöthigen Vermehrung (wenigstens Verdoppelung) der Zahl der Individuen nicht entsprochen werden würde, sondern indem sie sich theilt. In manchen Fällen geht dieser Vermehrung eine sogenannte Conjugation[2]) voraus, worauf dann die verschmolzene Körpermasse der beiden conjugierten Individuen sich in mehrere, zuweilen viele junge Geschöpfe theilt, ein Vorgang, der bei den nahverwandten einzelligen Pflanzen noch häufiger vorkömt.

In allen übrigen Fällen ist die Bildung der Eier an bestimmte Organe des weiblichen Körpers gebunden, die sogenannten Eierstöcke, während parallel mit ihr die Bildung des männlichen Samens in den Hoden auftritt. Hoden und Eierstöcke bilden daher die Centralorgane des Genitalsystems. Entsprechend der grösseren oder geringeren Zusammensetzung des Darmsystems zeigt sich auch hier eine Mannigfaltigkeit der morphologischen Anordnung. Wie bei der Abwesenheit eines von der Leibesmasse getrennten Darmes die Leibeshöle gleichzeitig verdauende und Gefässhöle war, wie in diesen Fällen der Körper nur eine Öffnung besass, die gleichzeitig Mund und After war, so wird auch das Genitalsystem hier keiner besonderen ausführenden Gänge bedürfen. An bestimmten Stellen der inneren Körperoberfläche häufen sich die zur Bildung der Eier bestimmten Zellen an und gelangen, nachdem sie sich zur Zeit ihrer Reife von

---

nicht die passendsten; indess ist es doch auffallend, dass aus einem befruchteten Eie der Hydra Thiere hervorgehen, die neben den Eiern auch Spermakapseln entwickeln, und es sich wenigstens nicht nachweisen lässt, dass aus gewissen Eiern nur männliche, aus anderen nur weibliche Individuen sich entwickeln, dass im Gegentheile die Spermakapseln durch Wachsthum an jedem eiertragenden, also weiblichen, Individuum entstehen können.

2) Ich will hier nicht daran erinnern, dass man diese Conjugation als das erste Auftreten einer geschlechtlichen Differenz ansehen könte, um nicht die Schwierigkeit des Gegenstandes durch unnöthige Hypothesen noch zu vergrössern. Über Betheiligung des Kernes bei der Vermehrung der Protozoen s. später.

den übrigen getrennt haben, entweder in die Leibeshöle, aus der sie dann mit dem austretenden Wasser fortgeführt werden, oder gleich in das umgebende Wasser. Dasselbe ist der Fall mit den Formbestandtheilen des männlichen Samens. Auch sie treten aus ihren Bildungsstätten entweder unmittelbar in das Wasser oder in die Leibeshöle, um diese dann durch den Mund, der zu gleicher Zeit After ist, zu verlassen. Bei der Abwesenheit bestimmter Leitungsapparate für Eier und Samen ist auch eine eigentliche Begattung unmöglich. Die Befruchtung wird hier dem Wasser überlassen, welches entweder die demselben von einem männlichen Individuum übergebenen Samenkörperchen in die Leibeshöle eines benachbarten Weibchens führt, um dessen Eier schon innerhalb des Körpers zu befruchten, oder die Elemente beider Geschlechter aufnimt und es dem Zufall überlässt, ob sie sich behufs der Befruchtung begegnen.

Tritt dagegen mit der Bildung eines von der Leibesmasse isolierten Darms eine eigentliche Bauchhöle auf, so ist auch das Bedürfnis gegeben, durch besondere morphologische Einrichtungen das Fortschaffen der Producte der beiderseitigen Geschlechtsorgane möglich zu machen; es werden hier besondere Leitungsapparate gefordert. Der einfachere Weg, diese zu realisiren, ist der, dass Eierstöcke und Hoden von besonderen Membranen umschlossen werden, die sich dann als Ausführungsgänge (Eileiter und *vas deferens*) nach der Körperperipherie begeben, um sich dort zu öffnen. Auf eine andere, scheinbar noch einfachere Weise wird das Fortschaffen der Eier und des Samens dadurch vermittelt, dass beide frei in die Bauchhöle gelangen und von hier dann durch besondere Flimmerapparate einem für ihren Austritt bestimmten Porus zugeführt werden. Als Zwischenform ist die zu betrachten, wo der Eileiter sich nicht bis auf das Ovarium fortsetzt, sondern die frei in die Bauchhöle gelangenden Eier von dem nach dieser offnen und mit Flimmerapparaten versehenen Eileiter aufgenommen und weitergeführt werden, eine Einrichtung, welche sich jedoch nur im weiblichen Genitalsystem findet. — Bei diesem Parallelismus der Bildung sind die Centralorgane des Genitalsystems nur an ihren Producten zu erkennen. Es treten jedoch häufig Einrichtungen auf, die einen auch morphologischen Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern bedingen. Die wichtigsten betreffen das Begattungsgeschäft. Mit der Anweisung bestimmter morphologisch differenzierter Gänge zum Ausführen der Producte der Genitalorgane ist einmal die Möglichkeit gegeben, Eiern sowol als dem Samen durch Zutritt verschiedener Bindemittel mehr Sicherheit zu geben gegen die nach ihrem Austritte sie etwa treffen-

den schädlichen Einflüsse, dann aber vorzüglich noch die Möglichkeit einer Befruchtung innerhalb des mütterlichen Körpers durch eine wahre Begattung. Das erste wird durch accessorische drüsenartige Organe vermittelt, die sich in der Nähe der Ausmündungsstelle der betreffenden Gänge in diese öffnen und ihr Secret dem der Ovarien und Hoden zugesellen. Hierher gehören die verschiedenen Kitt- und Eiweissdrüsen im weiblichen, die drüsenartigen Anschwellungen oder Anhänge des *vas deferens* im männlichen Genitalapparate. Zeigen schon diese Gebilde in den verschiedenen Abtheilungen des Thierreichs eine grosse Mannichfaltigkeit der Formen, so wird dieselbe doch noch viel bedeutender bei den eigentlichen Organen der Begattung, welche man den eigentlichen keim- und samenbereitenden Organen gegenüber als äussere Geschlechtsorgane zusammenfasst. Im Voraus lässt sich hier bemerken, dass bei der Bildung der Eier innerhalb des weiblichen Körpers sich dieser allgemein als der zu befruchtende, aufnehmende, empfangende darstellen wird, dass er als eigentlicher Erhalter der Art auch stets (mit seltenen Ausnahmen) die den Typus der Art entsprechendste Ausbildung erhalten wird, während der männliche als bloss befruchtendes Individuum unter Wahrung der Samenbildung mannichfach reduciert werden kann, bis er in gewissen Fällen nur eine durch Knospung erzeugte Spermakapsel darstellt, oder als blosser Hode innerhalb des nun hermaphroditisch gewordenen weiblichen Thieres, als Organ dieses letzteren auftritt, wobei jedoch die zur gegenseitigen Begattung dienenden Anhangsgebilde gleichzeitig vorhanden sein können.

Die weiblichen Sexualorgane werden nun im Allgemeinen folgende Modificationen erkennen lassen. Als direct den männlichen Samen aufnehmender Theil des Oviducts wird sein Endstück sich morphologisch zur Vagina differenziren, welche jedoch bei dem Zusammenmünden des Darm-, Harn- und Geschlechtssystems kaum zur Ausbildung gelangt. Mit ihr werden dann einerseits, wenn das Ei vor seiner Entwickelung den weiblichen Körper verlässt, die oben erwähnten Kittorgane, andererseits Behälter verbunden werden, die, wenn die Begattung nicht mit der Reifeperiode sämmtlicher Eier zusammenfällt, die männliche Samenmasse aufnimt, um sie bei dem Austritt der später zur Reife gelangenden Eier, ohne eine neue Begattung nöthig zu machen, in Bereitschaft zu haben. Die Erregung der Wollust, die nur bei den Mollusken und Wirbelthieren an besondere morphologisch meist in beiden Geschlechtern übereinstimmend gebaute accessorische Organe des Genitalsystems gebunden ist, scheint unter den einfacher organisierten Thieren jedes besonderen Organes

zu entbehren, wenigstens bei den weiblichen Individuen. Dagegen treten zur Festhaltung des männlichen Begattungsgliedes bestimmte Organe auf: Haken, Klappen, Leisten u. s. w., wie sie z. B. bei den Insecten so vielfach vorkommen, die wol kaum als Wollustorgane gedeutet werden können. Die Form dieser weiblichen Anhangsgebilde entspricht meist genau der der männlichen, was sich im Allgemeinen auch von der eigentlichen Vagina anderer Thiere sagen lässt, so dass der Ausspruch, dass durch diese morphologische Übereinstimmung der Begattungsorgane eine Bastardzeugung unmöglich gemacht, die Species ganz sicher gestellt sei, sich gewiss auch auf mehr Abtheilungen des Thierreichs als auf die Arthropoden anwenden lässt. Wichtige Modificationen der inneren weiblichen Genitalorgane sind davon abhängig, ob das Ei, befruchtet oder unbefruchtet, vor seiner Entwickelung den weiblichen Körper verlässt, oder ob es in demselben wenigstens bis zu einem bestimmten Grade der Entwickelung gelangt. Hierher gehört die Bildung einer das sich entwickelnde und vergrössernde Ei bergenden Erweiterung des Oviducts, die sich da, wo der Embryo bis zur völligen Reife im mütterlichen Körper bleibt, als besonderer scharf geschiedener Theil zwischen eigentlichem Oviduct und Vagina darstellt und Uterus heisst. Da ihm die Function des Ausstossens des reifen Embryo bleibt, ist derselbe ausser den zur Ernährung des Eies nöthigen Gefässreichthume mit einer starken Muskulatur versehen. Auch die Wände der Eileiter sind in der Regel contractil, häufig mit deutlichen Muskelfasern belegt. — Die Ovarien endlich zeigen so viele Formverschiedenheiten, als vielleicht nur aus den gegebenen Elementen Combinationen möglich sind. Sie stellen einfache oder ästig getheilte Schläuche dar, oder Säcke, deren innen gefaltete Membran die Eier trägt, oder parenchymatöse Organe, in deren Substanz sich die Eier entwickeln und aus der sie durch Berstung nach aussen gelangen u. s. w.[3]).

Die männlichen Sexualorgane zeigen mit wenigen Ausnahmen und nur unbedeutenden Abweichungen im Allgemeinen einen mit dem der entsprechenden Organe des weiblichen Geschlechtes correspondirenden Bau. Das Endstück des *vas deferens* wird durch Belegung mit contractilen Elementen das eigentlich propellirende Organ des Samens, *ductus ejaculatorius*. Dieser Gang mündet entweder einfach an der Körperoberfläche und wird dann, häufig mittelst besonderer Organe, der Öffnung der Vagina angedrückt, oder das Ende derselben, was dann zuweilen noch fleischiger

3) S. die 1. Tafel zu *Burdach's* Physiologie. Bd. I. 2. Aufl.

wird, kann ausgestülpt und dann in den Canal der Vagina selbst aufgenommen werden, vollständige Begattung *cum intromissione*. Bei dieser letzteren Anordnung treten dann bei höheren Thieren (Mollusken und Wirbelthiere) noch besondere Wollustorgane auf, die entweder bloss stimulirend oder in der Mehrzahl der Fälle gleichzeitig als Leitorgane für den männlichen Samen dienen. In anderen Abtheilungen finden sich anstatt dieser Organe Anhänge entweder an der Genitalöffnung oder entfernt von ihr, die wahrscheinlich auch stimulirend wirken, mechanisch aber besonders dadurch wichtig werden, als sie das Übertragen des Samens auf den weiblichen Körper vermitteln. — Mit dem *vas deferens* werden, wie mit den Oviducten, Organe in Verbindung treten, welche entweder ihr Secret dem Samen beimischen, oder denselben in sich ansammeln lassen, wenn die Begattung nur periodisch erfolgt, die Samensecretion dagegen fortwährend vor sich geht; oder endlich sie sind analog den Kittorganen des weiblichen Individuum und dienen dazu den Samen in Masse und ohne Hilfe stärkerer muskulöser Apparate dem Weibchen übergeben zu können. Hierher gehören die verschiedenen Formen der auf diese Weise gebildeten Samenpaquete, Samenmaschinen u. s. w. (Ein höchst merkwürdiger Fall ist hier der, wo ein von dem Genitalsystem ganz getrenntes Organ den ausgetretenen Samen aufnimt, sich von dem übrigen Körper trennt und nach Art eines einfacheren Samenträgers die Befruchtung der Eier im weiblichen Körper vermittelt [einige Cephalopoden].) Der übrige Theil des *vas deferens* erhält nie eine andere Bedeutung als die des Leitapparates und zeigt auch demgemäss keine morphologischen Eigenthümlichkeiten. — Die Hoden endlich, die sich wenigstens in ihrer äusseren Form häufig an die der Ovarien anschliessen, zeigen im Ganzen weniger Structurverschiedenheiten. Sie stellen stets Canäle vor, die entweder gefässartig verlängert, einfach, oder verästelt, oder zusammengeknäuelt sind, oder welche durch Umhüllung mit einer gemeinschaftlichen Membran das Ansehen eines parenchymatösen Organs simuliren, während innerhalb derselben die wirklichen Samencanälchen enthalten sind, die dann ihr Secret einem gemeinschaftlichen *vas deferens* übergeben. — Während die Eier stets ihre Zellenform beibehalten, variiren die Samenkörperchen von der Form einer Zelle durch die eines Haarsternes bis zu der eines einfachen Haarfadens.

Zu den eigentlichen Genitalorganen treten sehr häufig noch besondere Vorrichtungen, die die Entwickelung der Eier und jungen Individuen sichern oder überhaupt möglich machen. Man bezeichnet dieselben als brutpflegende, neomeletische. Von allgemein morpho-

logischem Interesse sind hier die Organe, welche männliche oder weibliche Individuen zum Behufe der Neomelie erhalten, wie Brutflecke, Bruttaschen (Marsupien) u. s. w., dann das Auftreten besonderer, geschlechtlich verkümmerter Individuen, die, wie in den Thiercolonien, die Entwickelung der geschlechtlichen Individuen überwachen.

Betrachtet man die Befruchtung eines Eies als die erste und allgemeinste Form der Brutpflege, so liegt es nahe den Hermaphroditismus so aufzufassen, wie ich es oben gethan habe, dass das männliche Element desselben nur als accessorisches Organ zu dem weiblichen hinzutritt, was noch an Halt gewinnt, wenn man sich an die Knospung der männlichen Individuen bei den früher erwähnten Beispielen erinnert. Die Männchen würden dann überall nur neomeletische Individuen, zu deren Entwickelung es nur eines Keimes bedarf, der, ohne eine abermalige Befruchtung nöthig zu haben, sich nach Art einer Knospen- oder Ammenzeugung entwickelt. Es bleibt freilich hier zu fragen, woher kömt dem Keime, der in vielen Fällen die Einatur simuliert, der Anstoss zur Entwickelung? (S. das zweite Buch.)

§. 10.

Organe zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt. Es bleiben uns diese vorzugsweise animale genannten Organe zur Betrachtung übrig. Sie zerfallen naturgemäss in Organe, welche das Thier von den Verhältnissen der Aussenwelt in Kentnis setzen, welche also durch Aufnahme verschiedener Eindrücke und Überliefern derselben an das Bewusstsein des Thieres diesem von Wichtigkeit werden, und in Organe, durch welche das Thier in den Stand gesetzt wird, auf die durch die ersteren erhaltenen Eindrücke in einer von dem Lebensgrade desselben abhängigen Weise zu reagiren. Zu den ersteren gehört das Nervensystem mit den diesem speciell dienenden Sinnesorganen, zu den letzteren das Muskelsystem mit den von der Anordnung dieses abhängigen Bewegungswerkzeugen, die wiederum entweder Fang- und Greifwerkzeuge, oder wirkliche Locomotionsorgane sind. Auch hier tritt natürlich der Fall ein, dass bei der einfachsten Organisation eines Thieres, wo dasselbe nur aus einer Zelle oder deren Adaequaten besteht, an eine morphologische Differenzirung dieser verschiedenen Systeme noch nicht gedacht werden kann. Der Zelleninhalt, den wir früher als Träger der vegetativen Functionen erkannten, wird durch seine Contractilität gleichzeitig Bewegungsorgan, während die Membran und deren Anhänge von dem Medium, in dem das Thier zu leben bestimmt ist, die Eindrücke erhält und unmittelbar seinem Inhalte mittheilt. Es ist daher zunächst die Peripherie des Körpers der Repräsentant der animalen

Seite des Thierlebens. Da jedoch auf den Thätigkeitsäusserungen dieser auch das Leben des Individuum beruht, die animalen Organsysteme daher physiologisch bedeutungsvoller werden, als sie die Zustände auch der vegetativen Organe in Actionen auf das Medium (im weitesten Sinne dieses Wortes) zu reflectiren haben, so treten sie bei grösserer Complexität des Organismus als besser geschützt in das Innere des Körpers zurück und nur die Haut und die an derselben angebrachten Sinnesorgane bleiben als die vorzüglich sensiblen Organe ihrer ersten Localisirung treu.

Mit Bezug auf das erste Auftreten der verschiedenen hierhergehörigen Organe, so ist zunächst klar, dass bei der Abwesenheit eines von dem übrigen Parenchym differenzierten Muskelsystems auch ein Nervensystem noch nicht gefordert wird, indem eine Theilung der das Thier treffenden Eindrücke in mehrere specifische Sinneseindrücke erst dann ermöglicht wird, wenn das Thier durch das Vorhandensein eines irgendwie gegliederten Muskelsystems zu der auf die mehrfachen Sinneseindrücke reagirenden complicierteren Bewegung befähigt wird. Dagegen ist es auf der anderen Seite ebenso verständlich, dass mit dem Auftreten einer histiologisch differenzierten Muskelfaser auch eine Nervenfaser da sein muss, die die erstere, welche sich von der übrigen Leibesmasse als selbständiges Organ nun getrennt hat, zur Contraction auf einen sie nicht direct treffenden Reiz veranlasst[1]). Wie sich daher Darm und Gefässe in ihrem Auftreten bedingten, so sehen wir auch Muskel- und Nervensystem gleichzeitig aus der übrigen Leibesmasse heraus selbständige Organe werden. Hiermit ist jedoch nicht gesagt, dass sich eine Nervenfaser zu jeder einzelnen Muskelfaser begeben muss, da im Gegentheil uns die Erfahrung lehrt, dass die Fortleitung des von einer Nervenfaser empfangenen Reizes durch die Substanz der Muskelfasern selbst vermittelt werden kann (bei vielen wirbellosen Thieren).

§. 11.

Das **Nervensystem**, welches sich in seiner Architektonik eng an die allgemeine Körperform der Thiere anschliesst, zerfällt schon

1) Es scheint allerdings, als wenn dies nicht immer nöthig sei, da bei manchen Protozoen wenigstens eine faserige Lagerung der sonst amorphen contractilen Substanz vorhanden ist. Doch muss hier bemerkt werden, dass einmal die ganze Leibesmasse dieser Thiere contractil ist, sodann dass die scheinbar gesonderten Partien in unmittelbarer Berührung mit dem übrigen die Reizzustände des ganzen Thieres repräsentirenden Theile der Körpersubstanz stehen, womit die Nothwendigkeit einer Innervation *in distans* wegfällt.

da, wo es sich zuerst bestimmt nachweisen lässt, in einen centralen, den Sitz des Sensorium repräsentirenden und einen peripherischen Theil, welcher letztere sowol die Eindrücke von Aussen dem Sensorium überbringt, als auch die von diesem ausgehenden Reize zu dem Muskelsysteme hinleitet. Ergibt sich schon hieraus eine Verschiedenheit in der Leitungsfähigkeit der einzelnen Nervenfasern, so wird die Annahme, dass überall centripetale und centrifugale, sensible und motorische Nervenfasern vorhanden sind, dadurch noch wahrscheinlicher, als wir in vielen Fällen, selbst bei verhältnismässig niederen Thieren, wo wir durch physiologische Versuche die Functionen der verschiedenen Theile des peripherischen Nervensystems kennen gelernt haben, auf das Vorhandensein dieser zwei Nervenarten (wenn ich mich so ausdrücken darf) geführt wurden[1]. — Das peripherische Nervensystem kann, da es eben nur von der Körperperipherie und den einzelnen übrigen Organen zum Centraltheile des Nervensystems und umgekehrt verläuft, wenige allgemein zu schildernde Modificationen zeigen. Die wichtigste ist gewiss die, dass es gewissermaassen locale Centraltheile in der Form einzelner Ganglien aufnimt, theils um den directen Übergang bestimmter Reize auf das Centralorgan zu verhindern, theils um eine schnellere Reaction in den gereizten Stellen der betreffenden peripherischen Nervenprovinz hervorrufen zu können, eine Einrichtung, die besonders in den vegetativen Organen der höheren Thiere, deren Reizzustände ohne Nachtheil für das Leben des Thieres der Mittheilung an das Sensorium oder Bewusstsein entzogen werden können, in Anwendung kömt. Es finden sich daher häufig, sogar ziemlich allgemein, neben den eigentlichen Centraltheilen noch sogenannte zerstreute Ganglien, die man wol in verschiedenen Thierclassen als einen besonderen Theil des Nervensystems mit dem Namen des Eingeweide- oder sympathischen Nervensystems bezeichnet hat, deren constante topographische Anordnung nachzuweisen jedoch noch manchen Schwierigkeiten unterliegt. — Verhältnismässig einfacher ist in dieser Beziehung das Centralnervensystem. Durch grössere Anhäufung von Ganglienziellen in demselben erhält es zunächst die Form der Nervenknoten, die dann überall an bestimmten Stellen des Körpers gelegen entweder durch Verschmelzung mehrerer mit einander oder durch Aufnahme besonderer, ihnen eigener Nervenfasermassen zu grösseren Gebilden anschwellen. Es enden die peripherischen Nervenfasern

1) Vgl. die schönen Untersuchungen *Newport's* über das Nervensystem der Myriapoden und Krebse: Philos. Transact. 1843. p. 243 (p. 264 flgde).

entweder einfach in ihm oder es treten zwischen den einzelnen Theilen desselben besondere Commissuralstränge auf, die in die reihen- oder kreisförmig angeordneten Theile des Centralorgans Einheit der Wirkung bringen. Vielleicht lassen sich sogar ausser diesen noch Nervenfaserstränge bei den höheren Thierclassen annehmen, die nur auf die Centralorgane beschränkt die Summe der denselben übergebenen Eindrücke zur Perception des Unterschiedes zwischen Individuum und Aussenwelt, zu Selbstbewusstsein und anderen psychischen Erscheinungen steigert. Bleibt auch hierdurch noch unerklärt, wie ein gewissermaassen über den Nerven stehendes „Ich“ die die ersteren treffenden Eindrücke auf sich selbst beziehen kann, selbst wenn man annimt, dass die auf die Centralorgane beschränkten Faserstränge sich selbst empfänden[2]), wobei immer noch der Sprung von der Nervenfaser auf das Selbstbewusstsein übrig bleibt, so ist doch wol keinem Zweifel unterlegen, dass die Complexität der psychischen Erscheinungen ein complexeres Centralnervensystem bedingt, dass also auch umgekehrt ein morphologisch complicierteres Gehirn auf eine grössere Mannigfaltigkeit der geistigen Thätigkeiten schliessen lässt. Mit Bezug auf die Lagerung des Centralnervensystems, so sind entweder die dasselbe constituirenden Ganglien einfach in der Leibesmasse verborgen, oder es werden besondere harte Theile zu seinem Schutze verwendet. So wird das Bauchmark der Arthropoden von der erhärteten, ein äusseres Skelet darstellenden Haut, allerdings mehr zufällig (wenn ich mich so ausdrücken darf) umgeben; so wird das Centralnervensystem der Cephalopoden und Wirbelthiere von knorpligen oder knöchernen Kapseln umgeben, in denen sich Löcher zum Durchtritt der Nerven finden.

Konte man bei Thieren von einer bestimmten morphologischen Zusammensetzung die Nothwendigkeit für das Vorhandensein eines Nervensystems nachweisen, so wird dies bei den Sinnesorganen um so weniger gelingen, als das Bedürfnis, specifisch getrennte sinn-

---

2) Vgl. den Aufsatz von *L. Fick*, über die Hirnfunction, *Müller's* Arch. 1851. p. 385. *Fick* nimt hier an (p. 414), dass der Nervenstrom, indem er aus der ihn leitenden Neurine nicht heraustritt, auf diesen Inhalt seiner eigenen Leitungsapparate zersetzend einwirkt. Diese Alteration bilde nun die materielle Grundlage des Bewusstseins oder vielmehr das Bewusstsein selbst. *Fick* übersieht hier, dass die empfundene Alteration ein ausser ihr gelegenes Empfindendes immer noch voraussetzt, da einmal schon an und für sich eine, nur den Leitungsapparat darstellende Nervenfaser sich nicht selbst empfinden kann, und dies dann um so unmöglicher wird, da schon die Fortleitung eines Eindrucks materielle Integrität in der Nervenfaser voraussetzt, geschweige denn die Steigerung dieses Eindrucks zur Selbstempfindung.

liche Wahrnehmungen zu erhalten, zu sehr von der verschiedenen Lebensweise der Thiere abhängt, die zuweilen selbst bei einer allgemeinen Übereinstimmung in der morphologischen Anordnung ihrer Organe, doch manche derselben als nicht mehr durch den bestimmten Kreis äusserer Einflüsse, in dem das Thier leben soll, bedingt erscheinen lässt. Da im Allgemeinen die Sinne uns von dem Vorhandensein und den Eigenschaften der uns umgebenden Körper Mittheilung machen sollen, so wird die nächste Forderung die sein, dass ein Thier von der Gegenwart eines ihm fremden Gegenstandes in Kenntnis gesetzt wird, eine Forderung, die bei der mangelnden Abstractionsfähigkeit der (niederen) Thiere (z. B. vom Schall auf einen klingenden, vom Licht auf einen leuchtenden Körper) einfach durch die Erregung der ihren Nerven ganz allgemein zugänglichen Gefühlseindrücke realisiert wird. Dieses Gefühl ist aber höchst wahrscheinlich nicht dem Tastgefühl, bei Vorhandensein mehrerer Sinnesapparate, gleich, indem die anderswo nur von specifischen Organen percipierten Eindrücke bei Thieren, denen diese fehlen, nach Art jedes mechanischen Reizes auf das Gefühl wirken[3]). Es entspricht vielmehr jener Art des Gefühls, welche durch mechanische und chemische Reize in allen sensiblen Nerven hervorgerufen wird, welche aber mehr auf einer materiellen Änderung in der Substanz des Nerven, als auf einer entsprechenden Reizempfänglichkeit beruht, da höhere Grade Schmerz erregen[4]). War es in diesem Falle dem Thiere nicht möglich, die sein Nervensystem treffenden Eindrücke anders denn als blosse Reizeindrücke zu percipiren, so wird es durch das Auftreten besonderer Sinnesorgane in den Stand gesetzt, die verschiedenen Formen der sinnlichen Wahrnehmungen zu unterscheiden, wobei man sich, wie ich glaube, nur unnöthige Schwierigkeiten damit macht, ob die Ursache dieser Verschiedenheit der Sinneseindrücke in den Sinnesnerven oder in den Provinzen der Centraltheile liegt. Eine vergleichende Betrachtung des Thierreichs hat mir die Überzeugung aufgedrängt, dass, — da ein Thier zur Perception specifisch verschiedener Sinneswahrnehmungen nur durch das Vorhandensein bestimmter Apparate befähigt wird, — erst durch die mecha-

3) Lässt man eine Colonie zusammengesetzter Ascidien, denen Sehorgane fehlen, plötzlich von grellem Lichte, mit Ausschluss der Wärmestrahlen treffen, so zieht sich dieselbe im Momente des sie treffenden Lichts, wie auf einen anderen Reiz zusammen. Dasselbe Verhalten zeigen Actinien, welche gleichfalls keine Augen besitzen.

4) Ich kann daher *Bergmann* und *Leuckart*, anatom.-physiol. Übersicht des Thierreichs p. 438 nicht beistimmen.

nische Einrichtung dieser letzteren die allen übrigen in ihrer Leitungsfähigkeit gleichen Sinnesnerven in den Stand gesetzt werden, die einzelnen Formen der molecularen Bewegung, die wir als die Ursachen bestimmter Sinneseindrücke bezeichnen, getrennt von allen übrigen in der ihnen durch das Sinnesorgan eben eigenthümlichen Weise zu empfinden, dass also weder die Centraltheile noch die Sinnesnerven specifisch reizempfänglich sind, sondern dass nur die ihnen mit Ausschluss aller übrigen Reize durch die einzelnen Sinnesorgane zugeführte specifischen Formen des Reizes die specifischen Formen der Sinneseindrücke bedingen. Man wird vielleicht hiergegen die Erfahrungen einwenden, dass auch ein anderer Reiz auf den Opticus als der Lichtreiz einen Lichteindruck im Bewusstsein hervorruft, aus der man gewöhnlich den Schluss ziehen zu müssen glaubt, dass eben der Sehnerv vermöge seiner specifischen Energie jeden Reiz als Lichteindruck fortleite. Indess scheinen mir andere ebenso sichere Erfahrungen diesen Fall viel einfacher zu erklären. Wie nämlich ein Druck auf den Ulnarnerven Gefühle hervorruft, die das Bewusstsein in die Theile der Hand verlegt, zu denen sich dieser Nerv begibt, wie die Reizung eines Nervenstumpfes nach Amputationen Sensationen in dem amputierten Gliede veranlasst, von denen aus der Nerv im normalen Zustande die Sensationen dem Bewusstsein überbrachte, so wird auch ein Reiz auf den Opticus nur in der Form der im normalen Zustande von ihm geleiteten Eindrücke im Sensorium erscheinen, welche Ansicht wol dadurch an Halt gewinnt, dass es ja in beiden Fällen nicht bloss der gewohnheitsgemässe Eindruck ist, den das Bewusstsein erhält, sondern ausserdem noch ein allen sensiblen Nerven eigener Erregungszustand, der sich als Schmerz oder dergleichen äussert.

Fragen wir nach diesen Prämissen nach den morphologischen Grundlagen der Sinnesorgane, oder nach den Bedingungen, unter denen wir ein solches annehmen können, so ergibt sich, dass wir nur da Sinnesorgane vor uns haben werden, wo eine je nach den specifischen Formen der Sinnesreize specifische Combination der die Ausbreitung des Nerven tragenden Theile vorhanden ist, durch welche dem Nerven nur diese eigenthümlichen Reize, mit Ausschluss aller übrigen Formen, zugeführt werden, während in allen übrigen Fällen, wo ein Nerv sich an der Körperperipherie ausbreitet, nur auf jenes allen sensiblen Nerven eigene centripetale Leitungsvermögen zu verweisen ist.

Am verbreitetsten ist der Gefühlsinn, wenn wir das einer ganzen Classe von Nervenfasern eigene centripetale Leitungsvermögen

als einen Sinn darstellend ansehen dürfen. Derselbe ist hiernach der einzige, welcher (mit Vorbehalt einiger gleich zu erwähnenden Einrichtungen) keines besonderen Organes bedarf. Sein Sitz ist die Peripherie des Körpers, überall wo sich sensible Nerven finden; näher localisiert wird er erst in den Fällen werden, wo entweder grössere oder kleinere Stellen der Körperoberfläche (durch Erhärtung u. s. w.) mehr oder weniger unempfindlich werden, oder wenn gewisse Gegenden vorzugsweise darauf angewiesen sind das Bewusstsein von der Gegenwart, Form u. s. w. fremder Körper zu benachrichtigen. Die Haut wird daher im Allgemeinsten als reizempfänglich ein Gefühlsorgan darstellen, besonders in den Fällen, wo sie durchaus weich und zart ist. Dieselbe kann jedoch auch noch der Träger verschiedener auf die Lebensweise des Thieres bezüglicher Anhangsgebilde sein, nach aussen der verschiedenen Formen der Bedeckungen, innen mancherlei drüsenartiger Organe, die ihr Secret nach aussen entleerend entweder die Haut in ihren übrigen Functionen unterstützen, oder als Vertheidigungs-, Haft- oder ähnliche Organe dem Thiere von Nutzen werden. In bei weitem der Mehrzahl der Thiere sind aber ausser dem in der Haut befindlichen allgemeinen Gefühlsinne in der Nähe der für das Leben des Individuum und der Art so wichtigen vegetativen und Sexualorgane, besonders an den Eingängen zu denselben, mit Nerven versehene Organe angebracht, die als Fühler, Taster, Palpen u. s. w. eigentliche Gefühlsorgane darstellen. Als mechanische Vorrichtungen zur Erleichterung der Gefühlseindrücke treten auf: einmal härtere Unterlagen zur Verbreitung der Gefühlsnerven auf ihnen; Verlängerung dieser hebelartig über die Körperoberfläche, während die Nerven sich nur an dem in der Haut befestigten kürzeren Hebelarme verbreiten (die eben erwähnten Taster u. s. w., dann die Tasthaare u. s. w.), endlich Verlängerung des nerventragenden Gebildes selbst. — Bei den meisten wirbellosen Thieren (vielleicht bei allen) erhält das als Gefühlsorgan gedeutete besondere Organ, oder die ganze Haut noch eine Summe verschiedener Eindrücke, nämlich mechanische und thermische[5]); die Empfindung der mechanischen Reize, des Druckes und der Temperaturunterschiede scheint jedoch bei den Wirbelthieren getrennt zu sein, wenigstens sind wir im Stande, dieselben streng von einander zu unterscheiden. Ob jedoch

5) Ob in den eben erwähnten Gefühlsorganen der wirbellosen Thiere schon eine Sonderung der Druck- und Temperaturempfindungen von den „inadaequateren" Reizen zu Stande kömt, wird durch manche morphologische Einrichtung wahrscheinlich, ist aber schwer physiologisch nachzuweisen.

zur Perception dieser verschiedenen Formen der Gefühlseindrücke verschiedene Organe vorhanden sind, ist noch sehr zweifelhaft. Die Tastkörperchen können eben so gut zur Empfindung beider dienen [6]), selbst wenn sie nur mit feinen Nerventheilungen gefüllte Bläschen sind [7]). Bei allen Thieren aber, denen besondere Gefühlsorgane zukommen, erlangen diese für dieselben besondere Wichtigkeit dadurch, dass zu der durch sie ermöglichten Feinheit des Gefühls noch das Vermögen tritt, sie unter gewissen psychischen Vorbedingungen als Tastorgane zu benutzen. Als solche dienen die oben erwähnten Fühler, zu denen bei Wirbelthieren noch Lippen, Schnabel, Zunge, Rüssel u. s. w. kommen, dann die Enden der Extremitäten (Arthropoden und Wirbelthiere), vor allen die menschliche Hand. Neben der Gefühlsfeinheit wird hier noch gefordert, dass der fühlende Theil im Stande sei, den zu tastenden Gegenstand, der in seinem Verhalten auf Form, Grösse, Schwere, Härte u. s. w. untersucht werden soll, möglichst allseitig zu berühren, dass er also eine mehr oder weniger entwickelte Beweglichkeit besitzt, wozu bei der Hand des Menschen noch der Umstand kömt, dass sie gleichzeitig fähig ist, die zu tastenden Gegenstände zu begreifen. In den anderen Fällen findet sich wenigstens eine zuweilen sehr freie Beweglichkeit der Fühlorgane.

Den Geschmack- und Geruchsinn in dem Thierreiche überhaupt und besonders ihr erstes Auftreten zu verfolgen, wird um so schwerer, als man die physikalischen Bedingungen zum Zustandekommen der Geschmacks- und Geruchseindrücke nicht genau genug kennt, um elementäre Formen der entsprechenden Sinnesorgane mit Sicherheit als solche bezeichnen zu können. Denn wenn man auch annimt, dass eine den riech- und schmeckbaren Stoffen zugängliche, mit Nerven versehene feuchte Oberfläche vorhanden sein muss, so kann man hieraus allein noch nicht auf die specifische Form des Sinnesorganes schliessen. Bei der Annahme eines Geschmacksorganes werden wir meist durch den wahrscheinlichen Sitz desselben am Anfange der Speiseröhre geleitet, zumal da bei den Wirbelthieren die Zunge nachweisbar der Träger dieses Sinnes ist. Ob jedoch alle die weichen, feuchten und nervenreichen Organe in der Mundhöle oder sonst wo am Eingange in den Darm, die man bei wirbellosen Thieren für Geschmacksorgane zu halten geneigt ist, wirklich solche sind, ist

6) Merkwürdig ist ihr Vorkommen im Oesophagus der Taube, wo sie Dr. *Berlin* fand; s. *Nederl. Lancet.* 3. Ser. 2. Jahrg. p. 57.

7) S. *G. Meissner*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853.

mindestens unentschieden und wird es so lange bleiben, als man in der Analyse des Schmeckens und der dazu nothwendigen mechanisch-chemischen Hilfsmittel nicht weitere Fortschritte gemacht hat. Dasselbe gilt von dem Geruchsorgane, dem Träger eines für die meisten luftathmenden Thiere vielleicht noch wichtigeren Sinnes. Bei Wirbelthieren ist auch hier der Nachweis leichter, obschon man nicht weiss, ob die eigenthümliche Beschaffenheit der Fasern der Geruchsnerven, wie sie von *Todd-Bowman* und *Kölliker* beschrieben wurde, physikalischer Charakter der Nerven als Geruchsnerven ist. Bei wirbellosen Thieren ist man über das Organ für diesen Sinn noch vollständig im Dunkeln. Denn wenn es auch viel Wahrscheinlichkeit hat, dass die Antennen der Insecten, wie *Erichson*[8]) besonders vermuthet hat, und die grossen Fühler der Cephalophoren, wie *Moquin-Tandon*[9]) nachgewiesen zu haben glaubt, wirklich die Geruchsorgane sind, so fehlt doch einmal der morphologische Nachweis, dass diese Organe vermöge ihrer specifischen Structur Geruchsorgane sein müssen, und dann ist damit noch keine Möglichkeit eröffnet, die entsprechenden Organe in anderen Abtheilungen auffinden zu können, nicht einmal in anderen Gruppen derselben Classe, da man ja weiss, dass der Ort eines Sinnesorganes, welches nicht so, wie die Geschmacksorgane, durch seine Beziehung zur Nahrungsaufnahme an einen dazu günstigen Platz gewiesen ist, selbst innerhalb einer, zu einem morphologischen Typus gehörigen Classe, wechseln kann.

Es ist vielleicht bei keiner organologischen Frage so in die Augen springend, wie bei diesen beiden Sinnesthätigkeiten, dass die Cardinalfrage der Physiologie zur Erklärung irgend einer Lebenserscheinung die ist, welches sind die mechanischen u. s. w. Bedingungen, deren physikalisch-nothwendige Folge gerade diese Erscheinung ist? Hier hilft selbst die hypothetische Annahme eines Zweckes für ein bestimmtes Organ wenig, da wir dadurch in Bezug auf das morphologische wie physiologische Zustandekommen gerade dieser Form der Erscheinung vollständig im Dunklen gelassen werden.

Auch um einem Thiere die Fähigkeit zuschreiben zu können, die Erzitterungen in dem dasselbe umgebenden Medium als Schall zu percipiren, müssen an ihm specifische Einrichtungen der einen Gehörnerven tragenden Theile nachzuweisen sein, durch die es ihm möglich wird, die Schallwellen als solche und nicht bloss als mechanische Bebungen aufzufassen. Die Annahme, dass diese specifische Empfindungsqualität auf einem psychischen Elemente beruhe,

---

8) *Erichson, De fabrica et usu antennarum in Insectis. Berolin.* 1847.

9) *Annales des scienc. natur. III. Sér. vol. XV. p.* 151.

welches das Thier befähigt selbst bei Abwesenheit des peripherischen Sinnwerkzeuges Schall zu empfinden, wie es *E. Harless* darstellt [10]), ist deshalb unstatthaft, als nicht das Bewusstsein die Empfindung zu einer specifischen machen kann, wenn nicht der die Empfindung vermittelnde Nerv von einem specifischen Reize getroffen wird. Wir werden daher nur da wirkliche Schallempfindung voraussetzen können, wo es uns gelingt, entweder auf physiologischem Wege die Empfindlichkeit für die den Schall begleitenden mechanischen Bebungen von einer reinen Gehörsempfindung zu unterscheiden, oder, und dies noch viel sicherer, wo wir ein wirkliches Gehörorgan aufzufinden im Stande sind. Ein solches wird aus einer Vorrichtung bestehen müssen, durch welche die Schallwellen gesammelt und der Ausbreitung des Gehörnerven zugänglich gemacht werden. Da nämlich die meisten thierischen Gewebe nur in sehr geringem Grade die Schallwellen zu leiten vermögen, so würde selbst ein an der Körperoberfläche ausgebreiteter Nerv doch nur die mechanische Wirkung derselben empfinden, wenn er nicht in günstiger Anordnung sich an einem mehr oder weniger elastischen Körper ausbreitete, der die verstärkten Wellen den Enden des Nerven zuführte. — Über die Bedingungen für das Vorhandensein eines Gehörorgans liessen sich nur Vermuthungen aufstellen, ich gehe daher zur Betrachtung der allmählich complicierteren Formen desselben. Als einfachste Form eines Gehörorgans stellt sich ein mit Flüssigkeit gefülltes Bläschen dar, an dem sich, von den Centraltheilen des Nervensystems mehr oder weniger entfernt, der Gehörnerv ausbreitet, wie es zuerst *C. Th. E. von Siebold* bei einigen Bivalven entdeckte. In demselben findet sich in der Regel ein oder mehrere Kalkconcremente, die Otolithen, deren Function *Harless* mit Recht als die der Resonnanz der in das mit Wasser gefüllte Bläschen dringenden Schallwellen bestimmt. Der nächste Schritt in der Vervollkommnung des Gehörorgans geschieht nun damit, dass dies Bläschen in eine feste, nur an einer Stelle häutig bleibende Kapsel eingeschlossen wird, welche, verschieden gestaltet, den Vorhof des Wirbelthierohres repräsentiert. Weiter geht die Entwickelung des Gehörorgans bei den wirbellosen Thieren nicht. Der Ort, an dem es sich bei diesen findet, ist entweder im Inneren der Körpersubstanz, ziemlich nahe oder entfernter vom Centralnervensystem, wie bei vielen Würmern, Mollusken u. s. w., oder wie bei den Acalephen und Arthropoden die Peripherie des Körpers und zwar wiederum entweder in der Nähe des Kopfes (Crustaceen), oder

10) *Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. p. 318.

sehr entfernt von ihm (Acalephen; Orthoptern; bei den übrigen Insecten kennt man es nicht). Bei den Wirbelthieren tritt allgemein zu dem Vorhofe das System der halbcirkelförmigen Canäle, deren Zahl bis auf drei steigt und die mit ersterem das Labyrinth bilden. Der Gehörnerv verbreitet sich an den zu Ampullen erweiterten Ursprungsstellen derselben. In diesen, sowie im Vorhofe kommen bei den Fischen noch grössere Otolithen vor. Bei allen in der Luft lebenden Wirbelthieren, von den Reptilien bis zu den Säugethieren, bei denen durch die beim Übergange von Luft an feste Körper erfolgenden Schwächung der Schallwellen eine möglichste Leitbarkeit derselben von anderen in der Nähe des Gehörorgans liegenden festen Theilen gefordert war, tritt endlich als letzter Theil des Gehörorgans die Schnecke auf[11]). Das Gehörorgan der Wirbelthiere liegt stets im Schädel, entweder von einzelnen Theilen des knöchernen Schädels ganz umschlossen, oder theilweise oder fast ganz in der Schädelhöle. Eine directe Verbindung der Oberfläche des Kopfes mit dem inneren Gehörorgane findet nur bei den in der Luft lebenden Thieren statt, wo entweder ein sehr einfacher oder mehr oder weniger complicierter Apparat fester Leiter die, zuweilen von besonderen zum Auffangen des Schalls dienenden Organen (äusseres Ohr), verstärkten Schallwellen auf das eigentliche hörende Labyrinth fortpflanzt.

Ähnlich wie beim Gehörsinn das Empfinden der erzitternden Medien von dem Vernehmen des Schalls getrennt werden musste, ist es auch beim Gesichtsinne nöthig, zwischen der Wahrnehmung von hell und dunkel und dem Sehen bestimmter Bilder zu unterscheiden. Das letztere steht mit der grösseren oder geringeren Beweglichkeit der Thiere im Zusammenhange und nur dies fordert einen besonderen Sinnesapparat, während festsitzende oder während ihres ganzen Lebens auf dunkle Räume angewiesene Thiere jener Fähigkeit entbehren, ohne jedoch aufzuhören, für hell und dunkel empfindlich zu sein[12]). Das Wichtigste zur Constitution von Sehorganen sind lichtbrechende und lichtleitende Körper, an denen sich zur Aufnahme der Bilder der Sehnerv ausbreitet. Zur Absorption des überflüssigen Lichtes ist fast überall eine mehr oder weniger dunkle Pigmentlage um den eigentlichen optischen Apparat angebracht, woher es kömt, dass man früher häufig einfache Pigmenthaufen für Sehorgane hielt. Hier entscheidet nur der Nachweis eines licht-

11) Über die Bedeutung dieser einzelnen Theile vergl. den Artikel „Hören" von *E. Harless*, a. a. O. p. 330 u. folg.

12) S. die Anmerk. 3 auf p. 61.

leitenden Körpers. Der Sitz der Augen ist ziemlich constant an der Körperoberfläche, meist in der Nähe der Centraltheile des Nervensystems, nur in seltenen Fällen rücken dieselben tiefer in die Substanz des Körpers; die Haut oder die äussere Seite der die optischen Medien aufnehmenden Kapsel ist meist vollkommen durchsichtig. Sind nun hiermit die elementären Bedingungen zur Bildung bestimmter Bilder auf die Sehnervenenden erfüllt, so erleidet doch die Zusammensetzung der Augen durch die Anforderungen, die die Thiere behufs ihrer Lebensweise an dieselben machen, manche Modificationen. Man kann hier zwei Hauptformen annehmen, musivisch zusammengesetzte Augen, bei denen jedes der durchsichtigen, lichtleitenden Elemente mit einer Nervenfaser in Verbindung steht, und einfache Augen, wo sich vor dem lichtleitenden Glaskörper eine collective Linse findet, welche vollständige Bilder auf die Opticusausbreitung überträgt [13]).

Es müssen jedoch wahrscheinlich die sogenannten einfachen Augen mancher wirbellosen Thiere (Würmer u. s. w.) von den letzteren mit collectiven Medien geschieden werden, da eine solche collective Linse natürlich nur dann ein deutliches Sehen gestattet, wenn der zu sehende Gegenstand in einer bestimmten der Brechungskraft der Linse entsprechenden Entfernung befindlich ist, oder wenn durch innere Veränderungen diese Brechungskraft sich für verschiedene Entfernungen der Objecte anpassen kann (Accomodationsvermögen). Diese Fähigkeit setzt aber bestimmte Structurverhältnisse im Auge voraus, die sich in den Augen der Wirbelthiere wol finden, in den einfachen Augen der wirbellosen dagegen, mit wenig Ausnahmen, vermisst werden. So lange man aber in diesen Augen keine lichtbrechenden, sondern nur lichtleitende Körper gefunden hat, muss es auch zweifelhaft bleiben, ob damit wirkliche Bilder der Objecte gesehen werden können. Sie bestehen nämlich nur aus einem durchsichtigen mit Pigment umgebenen Körper, an dem sich der Sehnerv ausbreitet. — Dass und wie das deutliche Sehen bei den zusammengesetzten Augen der Arthropoden zu Stande kömt, hat *J. Müller* nachgewiesen. Auf der convexen Eintrittsfläche des Opticus in das Auge stehen (wenige bis mehrere tausende) lichtleitende Krystallkegel, die an ihren nach aussen gekehrten Basen entweder von einer

---

13) Sollte sich der Zusammenhang der Stäbchen mit den Sehnervenfasern bestätigen, so könte man in ihnen die Analoga der Krystallkegel der Arthropodenaugen finden, vorausgesetzt, dass diese in ähnlicher Verbindung mit den Nervenfasern stehen.

gemeinschaftlichen Cornea oder von einzelnen Hornhautfacetten bedeckt, in ihrer Länge mit einer Pigmentschicht umgeben sind. Da nur die in der Axe des Kegels einfallenden Strahlen bis zu dem an ihrer Spitze befindlichen Nerven dringen, so werden zwei nebeneinanderstehende Kegel zwei verschiedene Punkte des zu sehenden Objects repräsentiren; die Deutlichkeit des Sehens hängt daher von der Zahl dieser Kegel ab. Da aber ferner der Gesichtswinkel durch die Stellung der Krystallkegel gegeben ist, so werden diese Augen gleich gut in der Nähe und Ferne sehen, nur dass in der Ferne die Einzelheiten des Gegenstandes zunehmen, ein Umstand, der bei der verhältnismässigen Kleinheit der Thiere und der Art ihrer Bewegungen von Wichtigkeit ist. Es ist aber noch eine Combination möglich, die sich auch in den Augen vieler Crustaceen und Insekten realisiert findet, dass nämlich zwischen Hornhaut und dem lichtleitenden Krystallkegel eine collective Linse eingeschoben ist. Die Theorie des Sehens der zusammengesetzten Augen erleidet hierdurch keine Änderung; es werden auch diese Augen nur die senkrecht auf die Kegel einfallenden Strahlen empfinden, nur dass hier nicht bloss der Hauptstrahl bis zum Nerven gelangt, sondern je nach der grösseren oder geringeren Entfernung des Objects ein grösserer oder kleinerer Theil des von einem Punkte ausgehenden Lichtkegels.

Die einfachen Augen aller übrigen Thiere haben vor dem die Gestalt des Augapfels im Allgemeinen bedingenden lichtleitenden Körper (Glaskörper) eine collective Linse, deren Gestalt im Allgemeinen von dem Medium abhängt, in dem die Thiere zu leben und zu sehen bestimmt sind. Sie ist daher mehr kugelförmig bei den Wasserthieren u. s. w. Wie erwähnt, müssen diese Augen ein Accomodationsvermögen besitzen. Dies hängt ab von Muskeln, die entweder im Auge selbst oder äusserlich an dasselbe befestigt die Entfernung der Linse von der Nervenhaut, oder die Brechungskraft der Linse ändern. Wahrscheinlich geschieht beides; es finden sich nämlich ausser den das Auge im ganzen bewegenden und seine Richtung verändernden äusseren Augenmuskeln muskulöse Theile im Innern des Auges, die besonders bei den Vögeln sehr stark entwickelt sind[14]), sich jedoch auch bei anderen Wirbelthieren finden werden. — Diese Form der Augen findet sich bei Arthropoden, Mollusken und Wirbel-

---

14) Cramptonscher Muskel, Spanner der Chorioidea, und die von *v. Wittich* entdeckte Lage quergestreifter Muskelfasern im hintern Abschnitt der Vögelchorioidea, s. Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 456.

thieren, und zwar zeigen die Augen der letzteren die grösste Complication, zu welcher die Augen der Mollusken, besonders der Cephalopoden den Übergang bilden.

§. 12.

Es wurde im Vorhergehenden gezeigt, wie sich das Muskelsystem in einer gewissermaassen ergänzenden Beziehung zum Nervensystem verhält, indem es die durch letzteres dem Bewusstsein des Thieres übergebenen Reize in Bewegungen reflectiert. Da sich auf diese Weise eine Bewegung fast wie eine nothwendige Folge zum Reize als Ursache darstellt, so wird klar, dass aus dem Auftreten dieser Bewegung noch nicht auf eine Willkürlichkeit geschlossen werden kann, um so weniger, als es in vielen Fällen wirklich nachweisbar ist, dass Bewegung nothwendige Folge einer besonderen organologischen Einrichtung ist. Da aber das Nervensystem nicht bloss für Reize zugänglich ist, die das Thier von aussen treffen, sondern es auch die verschiedenen Zustände der übrigen Organe dem Sensorium mittheilt, so werden auch Bewegungen entstehen, die aus äusseren Reizen nicht abgeleitet werden können, und hierdurch entsteht das Bild der willkürlichen Bewegung. Entsprechend dieser Verschiedenheit scheidet sich auch das sonst verschieden angeordnete Muskelsystem in zwei grössere Abtheilungen, von denen die eine sämtliche von Aussen und Innen kommende Reize in Bewegungen nach aussen abspiegelt, und diese pflegt man gewöhnlich das willkürliche Muskelsystem zu nennen, während die andere gewissermaassen einen engeren Kreis abschliessend die einzelnen Reizzustände der Organe in Bewegungen dieser selbst reflectiert, welche um so mehr unwillkürliche genannt zu werden verdienen, als in manchen Fällen durch besondere Structurverhältnisse des Nervensystems die Fortleitung dieser Reize auf die Centraltheile desselben aufgehoben und durch Zwischentreten localer Centralstellen ausgeglichen worden ist. Zuweilen geht mit dieser Verschiedenheit der Bewegung ein Unterschied in der Elementarform der contractilen Elemente Hand in Hand (glatte und quergestreifte Muskelfaser der Wirbelthiere[1])). Dieser Theil des Muskelsystems ist natürlich auf die Organe selbst gewiesen und kann daher eine allgemeine Schilderung nicht gegeben werden. Ehe jedoch zu einer Betrachtung der willkürlichen Bewegungen geschritten

1) Die glatten Muskelfasern der wirbellosen Thiere entsprechen den quergestreiften der Wirbelthiere.

werden kann, muss noch einer Einrichtung gedacht werden, die sowol willkürliche als unwillkürliche Bewegungen zu vermitteln vermag, der Wimperbewegung. Die Wimpern stellen feine haar- oder borstenförmige Anhänge verschiedener Oberflächentheile des Körpers dar, durch deren schwingende Bewegungen entweder Gegenstände an denselben fortbewegt werden können oder das ganze Thier bewegt wird. Erscheint auch die Thätigkeit der Wimpern der Willkür in der Mehrzahl der Fälle entzogen, so finden sich doch Thierformen, deren Locomotion ausschliesslich oder zum grossen Theile auf ihr beruht, ersteres bei manchen Protozoen, und vielleicht bei dem sogenannten infusoriumartigen Embryo vieler wirbellosen Thiere, letzteres bei Medusen (Würmern?). In allen übrigen Fällen ist die Thätigkeit der Wimpern auf jene erste Art der Wirkung gerichtet, das Fortschaffen von Gegenständen entlang der mit Wimpern besetzten Oberfläche, wo sich jedoch ihr Gebrauch selbst als Aufnahmsorgane der Nahrung ergeben kann (Protozoen, Würmer u. s. w.). Bemerkenswerth ist, dass ihr Vorkommen an eine Contractilität (oder wenigstens bestimmte chemische Zusammensetzung) der Häute gebunden ist, indem sie bei allen Arthropoden, wo die Haut durch Aufnahme von Chitin jede Spur von Contractilität verloren hat, fehlen.

Wo ein besonderes Muskelsystem sich aus der übrigen Körpermasse geschieden hat, ist es an Stellen gebunden, die sich trotz der Mannichfaltigkeit der übrigen Organisation ziemlich constant verhalten. Ist kein Darm vorhanden, so werden die in der Leibeswand enthaltenen Muskeln gleichzeitig die Function erhalten, die Nahrung im Körper zu verbreiten, das Unverdaute wieder zu eliminiren. Da aber dieselben Muskelfasern auch die etwaige Locomotion zu bewirken haben, so sind sie diesem entsprechend so angeordnet, dass eine Verkürzung des Körpers, ein Annähern der Wände der Leibeshöle eben so leicht als eine Verlängerung und Erweiterung der Höle erfolgen kann. Es finden sich daher Ringfasern, schräge und längsverlaufende Fasern, welche einzelne Formen unter Umständen an bestimmten Stellen des Körpers besonders entwickelt sein können.

Die verschiedenen Formen der Bewegung sind jedoch nur bei den einfacheren Thieren der Thätigkeit des gesammten Muskelsystems überlassen. Sehr bald schon werden die Organe zur Nahrungsaufnahme gesondert, und auch die Locomotion erhält ihre besonderen Hilfsorgane, während sich das übrige Muskelsystem nur als assistirendes Organ verhält. Die Hilfsorgane, welche bei ihrem ersten Auftreten aus sehr einfachen mechanischen Vorrichtungen bestehen, erhalten je höher das Thier organisiert ist eine um so grössere Ent-

wickelung; sie werden passive Bewegungsorgane und man nennt sie, sobald sie ein besonderes System untereinander verbundener fester Theile darstellen, Skelet. Die Lage des Skelettes ist nun nach der verschiedenen Anordnung der activen Bewegungsorgane eine verschiedene.

Wo ein Darm vorhanden ist, wird das Muskelsystem als ein die Eingeweide umschliessender contractiler Schlauch erscheinen mit den erwähnten, sämtliche Möglichkeiten der Verkürzung umfassenden, Faserrichtungen. Ansatzpunkte für die Muskeln liefert nur die Haut, nur an ihr sind die mit besonderen Muskeln versehenen Bewegungsorgane angebracht (Echinodermen). Mit der Gliederung des Körpers in einzelne hintereinandergelegene Segmente gliedert sich auch das Muskelsystem in eben so viele Segmente, ohne jedoch seine ursprüngliche Form des muskulösen Schlauchs aufzugeben. Ansatzpunkte gibt auch hier noch die Haut, die aber auf einer hierhergehörigen Organisationsstufe erhärtet und ein äusseres Skelet darstellt (Würmer, Arthropoden). Natürlich werden sich hier sämtliche Skeletmuskeln an die innere Fläche der, Ringe darstellenden, Skelettheile und deren Fortsätze befestigen. Die Bewegungsorgane, Fress- und Locomotionswerkzeuge stellen Verlängerungen des Hautskelettes dar und enthalten demgemäss in ihrem Inneren die zu ihrer Bewegung nöthigen Muskeln. Diese Gliederung verlassend beginnt der nächst höhere Organisationstypus mit Thieren, die nur jene ursprüngliche Form des muskulösen Schlauchs in ihrem Muskelsystem ausgeprägt haben (Tunicaten), wo aber ebenfalls ein Sonderung der Fasern in verschiedenen Richtungen eintreten kann. In höheren Formen dieser Abtheilung treten wieder besondere Bewegungsorgane auf, die aber nicht mehr in so enger Beziehung zur Haut stehen, wie bei den Arthropoden, sondern massige, aus vielfach sich kreuzenden Fasern bestehende Organe darstellen, die unabhängig von dem übrigen Körper Bewegungen vermitteln können (Acephalen, Cephalophoren). Endlich tritt zu diesen Theilen noch die erste Andeutung eines inneren Skelettes, die, wie erwähnt das Nervensystem umgebend, mit seiner äusseren Fläche den Muskeln Ansatzpunkte darbietet (Cephalopoden). Hiermit ist der Übergang zu den Verhältnissen bei Wirbelthieren gegeben. Während der primäre, die Eingeweide umschliessende Muskelschlauch schon bei den Mollusken als bewegendes System sehr zurücktrat, sind bei den Wirbelthieren höchstens Spuren davon nachzuweisen[2]). Dagegen erhalten die sich schon bei den

---

2) Jedenfalls gehören wol die Peritonealmuskeln der Saurier und vielleicht

Mollusken von diesem sondernden Muskelmassen dadurch noch eine ungleich grössere Ausbildung, als sich ein knöchernes (oder knorpliges) Skelet als ein System passiver Bewegungsorgane zwischen sie schiebt, um an deren äusserer Fläche die zu den verschiedenartigsten Hebelbewegungen günstigsten Ansatzpunkte zu liefern. Entsprechend der Gliederung des Skelets ist auch das Muskelsystem in einzelne, in der Zahl den des Skelets entsprechende, hintereinanderliegende Segmente getheilt, welche erst bei gesonderter Ausbildung einzelner zu besonderen Bewegungsorganen verwendeter Theile zu den verschiedenartigsten Formen der Wirbelthiermuskeln verschmelzen. Während jene Theile bei wirbellosen Thieren der Haut angehörten, sind es bei den Wirbelthieren Theile des Skelettes und des secundären Muskelsystems. Auf ihrer speciellen Ausbildung beruhen die verschiedenen Formen der Bewegung der Wirbelthiere.

Als von dem Muskelsystem abhängig habe ich noch der Art und Weise zu gedenken, auf welche in verschiedenen Thierclassen Geräusche oder Töne hervorgebracht werden, ein Umstand, der durch das dadurch ermöglichte Wiedererkennen der zu einer Species gehörigen Individuen für den thierischen Haushalt von Wichtigkeit wird (abgesehen von der physiognomischen Bedeutung der Geräusche u. s. w.). Fast ohne Ausnahme findet sich Ton- oder Geräuschbildung nur bei den luftathmenden Thieren, und zwar sind elastische Membranen die schwingungerregenden Theile[3]). Unter den wirbellosen Thieren findet sich eine Geräuschbildung nur bei den Insecten. Es steht hier dieselbe mit den Respirationsorganen in keiner Verbindung. Das Geräusch oder der Ton wird hier hervorgebracht durch das Reiben harter Theile aneinander, wodurch ein (meist in einem bestimmten Rhythmus wiederkehrendes) Geräusch entsteht (z. B. Acridiodea) oder durch Reibung oder abwechselnde Spannung einer gespannten elastischen Membran (Locustinen, Cicaden) oder endlich unwillkürlich durch die Flugbewegung. Bei den Wirbelthieren ist die Tonbildung mit den Respirationsorganen verbunden. Die tonbildenden Organe sind im Kehlkopfe vereinigt, der entweder einfach am Eingange der Respirationswerkzeuge (Reptilien und Säugethiere) oder doppelt, am Eingange und an der Theilung der Luftröhre, ist (unterer Kehlkopf der Vögel). Die Schwingungen finden an elasti-

---

das Zwerchfell und der *transversus abdominis* hierher. vgl. den Aufsatz von *Ch. Rouget, le Diaphragme chez les Mammifères, les Oiseaux et les Reptiles.* in: *Mém. de la Société de Biologie. T. III. p.* 165 *flgde.*

3) Das Pfeifen mit dem Munde kann ich füglich übergehen.

schen, den Ausgang der Luft verengenden Bändern, den Stimmbändern statt, welche verschieden gespannt werden können, um verschiedene Töne zu erzeugen. Hierzu kommen zuweilen noch resonnirende Apparate (Trommel der Vögel, Luftsäcke der Frösche u. s. w.). Beim Menschen entsteht aus der Verbindung der Kehlkopfstimme mit einer entsprechenden Thätigkeit der Theile des Mundes, wodurch Töne mit Geräuschen, verschiedene Klangfarben u. s. w. untereinander abwechseln, die articulierte Sprache.

Ist in vorstehender Übersicht auch nicht die Zahl der möglicherweise auftretenden Combinationen von Organtheilen zur Erreichung bestimmter für irgend ein mögliches Thierleben nothwendiger Wirkungen erschöpft, so wollte ich doch zur Vermeidung späterer Wiederholungen die allmähliche Complication der nachweisbar auftretenden Systeme darlegen, um bei Besprechung der Form und des gegenseitigen Lagerungsverhältnisses der Organe in den einzelnen Classen an Bekanntes anknüpfen zu können. Ehe ich jedoch die dreifache Complicationsweise des thierischen Baues im Ganzen näher betrachte, habe ich noch zwei wesentliche Elemente der animalen Gestaltung zu berühren. Das erste ist die Zusammensetzung sämtlicher Thierorganismen aus gleichartigen Elementartheilen, das zweite die Gesammtform der Thiere. Wird auch die letztere bei Besprechung der einzelnen Typen noch besonders berührt werden müssen, so wird eine allgemeine Darstellung derselben doch seine Vortheile haben. Was die erstere betrifft, so ist es einmal schon wichtig zu fragen, wie kömt morphologisch betrachtet die grosse Verschiedenheit der Organe aus der einzigen primären Eizelle zu Stande, und dann wird es in Bezug auf physiologische Fragen geboten, den feineren Bau der so mannichfache Leistungen entwickelnden Organe kennen zu lernen, da nur von einer Einsicht in die elementare Zusammensetzung der Organe das Erkennen der chemisch-vitalen und physikalischen Processe in ihren Elementarformen abhängt. Ohne natürlich hier näher auf die Cardinalfragen der Gewebelehre einzugehen, und ohne ebensowenig alle speciellen Einrichtungen bei den verschiedenartigsten Thieren zu beschreiben, will ich im folgenden versuchen, nach den bisher gemachten Erfahrungen einen Überblick über die Hauptsätze der vergleichenden Gewebelehre zu geben, bei welcher man bisher schon mehr, als es in der gröberen Anatomie geschehen ist, auf allgemeine gesetzliche Verhältnisse Rücksicht genommen hat.

Drittes Capitel.

Hauptsätze der vergleichenden Gewebelehre.

§. 13.

Wie es für die menschliche Anatomie schon längst anerkannt ist, dass sich die Untersuchung des Baues des Menschen nicht bei einer Kenntnisnahme von der Form u. s. w. der Organe als solcher beruhigen kann, so beweisen auch die neuerdings so zahlreich erscheinenden Arbeiten über den feineren Bau der verschiedenartigsten Thiere, wie sehr der Fortschritt in der Erkenntnis der verschiedenen Lebensformen an eine Erforschung der feineren Zusammensetzung jener Organe gebunden ist. Nach der in der Einleitung gestellten Aufgabe der Morphologie gehört sie recht eigentlich zu dieser, da sie die Constanz in der Zusammensetzung der einzelnen Organe aus gleichartigen oder ungleichartigen Theilen zum Gegenstande hat. Wenn nun aber auch, wie erwähnt, die Gewebelehre sich mehr, als die gröbere Anatomie, mit Aufstellung allgemeinerer Gesetze befasst hat, was davon herrühren mag, dass sie ihre Beobachtungen weniger direct sammelt, als jene, so stehen doch leider bei weitem nicht alle derselben so fest, dass man einem Abschlusse dieses Theiles der Morphologie nahe zu sein glauben dürfte.

In der im vorigen Capitel gegebenen Übersicht sahen wir, dass zur Ausführung einer jener Gesammtfunctionen (die man bei zusammengesetzteren Thieren auch Functionsgruppen nennt) anfänglich ein einfacheres Organ genügte, dass aber allmählich immer mehr und zusammengesetztere Organe zusammentreten mussten. In Bezug auf ihre Leistung nennen wir diese Organgruppe einen Apparat, in Bezug auf ihre Morphologie ein System. Es stellt sich aber nun bei weiterer Untersuchung heraus, dass ein solches System nur in den seltensten Fällen aus gleichartigen Theilen besteht, vielmehr nimt man wahr, dass zuweilen sogar die mannichfaltigsten Bestandtheile in dessen Zusammensetzung eingehen. Unter diesen findet man aber in der Regel mehrere, die in genau derselben Form und mit denselben Eigenschaften in mehreren Systemen oder Organen wiederkehren. Ohne auf die Beschaffenheit der in diesen allgemein übereinstimmenden Bestandtheilen enthaltenen einzelnen, aber immer in derselben Weise angeordneten Theile einzugehen, nennt man diesel-

ben Gewebe[1]). Geht man jedoch weiter und unterwirft diese, häufig scheinbar gleichartigen Gewebe einer näheren Untersuchung, so findet man auch diese noch aus Theilen zusammengesetzt, die von verschiedener Form keiner weiteren Zerlegung fähig sind. Diese nennt man Elementartheile, und unterscheidet hier passend einfache, ohne Andeutung einer weiteren Zusammensetzung, und höhere, die das Resultat einer Verschmelzung mehrerer einfachen darstellen. Die wichtigsten der einfachen Elementartheile sind die Zellen, die in allen pflanzlichen und thierischen Geweben entweder nur in ihren Jugendzuständen oder zu allen Zeiten nachzuweisen sind, auf denen die morphologische und functionelle Bedeutung der lediglich aus ihnen gebildeten Gewebe und Organe beruht. Ausser den Zellen treten nur selten, und zwar nur an Orten, wo vielleicht eine Zellenvermehrung so energisch auftritt, dass die zur Neubildung derselben verwendeten Stoffe in einer, gewissen Zellentheilen analogen Form abgelagert worden, andere Elementartheile auf, so freie Kerne, Elementarbläschen und Körnchen. Von keinem derselben kann man jedoch sagen, dass Gewebe wesentlich aus ihnen beständen oder dass sie sich direct ohne Vermittelung von Zellen an der Gewebebildung betheiligten.

Morphologie der Zellen.

§. 14.

1. Die Zellen sind entweder nur zu einer bestimmten oder während der ganzen Zeit ihres Bestehens Bläschen, an denen man eine Membran und einen mehr weniger flüssigen Inhalt unterscheiden kann. Ihre Grösse, die bei Pflanzen mehrere Zolle erreichen kann, übersteigt bei Thieren nur selten das Mikroskopische (0,7‴ *Gregarina Nemertis Köll.* z. B.[1])). In ihrem Inhalte findet sich bei jungen (und vegetativ functionirenden, wie gleich gezeigt werden wird) immer, bei älteren häufig ein kleinerer Körper, der ursprünglich ebenfalls ein Bläschen ist, der Kern, in dessen Innern sich wieder ein oder mehrere Körnchen bemerken lassen von der Grösse der Elementarkörnchen, die Kernkörperchen[2]). Da natürlich auch

---

1) *Ἱστός* heisst der Webstuhl, *ἱστίον* das Gewebe; daher die Gewebelehre Histiologie heissen muss, was ich mit *Valentin* (Entwicklungsgeschichte. Vorrede p. VI. Anm.) bemerke.

1) Contractile Faserzellen werden zuweilen noch viel länger, doch ist ihr Dickendurchmesser stets unbedeutend.

2) Nur in seltenen Fällen erreichen die Kernkörperchen eine beträchtlichere

hier die Form von der chemischen Zusammensetzung bedingt sein wird, die Körper aller Thiere aber zu einer gewissen Zeit ihres Lebens aus gleichgeformten Zellen bestehen, die erst mit dem besondern Auftreten einzelner Functionen sich zur Bildung besonderer Organe verändern und vereinen, so folgt, dass die Function der letztern nicht bloss auf der der Zelle, sondern auch dass die Function der Zelle in engster Beziehung zu ihrer Form und daher auch zu ihrer Zusammensetzung steht, dass also alle Zellen ursprünglich eine annähernd ähnliche Zusammensetzung haben müssen, die sich erst mit ihrer morphologischen Differenzirung verändert.

Es wurde im Vorhergehenden von einzelligen Thieren gesprochen. Ihr Charakter soll eben der sein, dass sie aus einer einzigen Zelle bestehen oder, wie *von Siebold* sagt, sich auf eine Zelle reduciren lassen. Der zuerst von *Kölliker* und *von Siebold* versuchte Nachweis des Bestehens solcher Geschöpfe wird noch hier und da angezweifelt; indessen, wie mir scheint, mit Unrecht. Was zunächst die Möglichkeit der Existenz dieser Thiere betrifft, so liegt ihre Annahme nicht so fern, da das Pflanzenreich ganz entschieden mit einzelligen Formen beginnt, und da die Thiere sämtlich die Resultate der Entwickelung einzelner Zellen sind, so dass es wol nicht unnatürlich ist, wenn auch das Thierreich mit einzelligen Formen beginnen sollte. So sehr man nun aber auch die hierin liegende grosse Wahrscheinlichkeit anerkennt, so lässt man zu leicht die individuelle Ausbildung dieser selbständigen Zellen für einen Beweis gegen ihre Einzelligkeit gelten. Man übersieht aber dabei, dass schon von vornherein nicht zu erwarten war, dass Zellen, die die ganze Summe animaler Lebensfunctionen in sich abspielen lassen sollen, genau die Form der jüngsten Zellen thierischer Gewebe würden beibehalten. Wie sich vielmehr die Zellen in diesen letzteren verschiedentlich modificiren, so wird auch das einzellige Thier nicht immer Membran, Inhalt und Kern erkennen lassen. Es spricht jedoch auch die directe Beobachtung für die Richtigkeit der Annahme einzelliger Thiere. Einmal kann man nämlich eine Reihe aufstellen, die von entschiedenen Zellen beginnt und allmählich ohne Dazwischentreten einer Zellenvermehrung auf Formen führt die nicht ohne Weiteres für solche zu halten gewesen wären; dann geht aber bei den Protozoen das Wachsthum des Körpers, das bei den nächst höheren Thieren schon an eine Zellenvermehrung gebunden ist, stets ohne dieselbe vor sich; und endlich kann man den Kern der ursprünglichen Zelle in den späteren Formen sehr häufig noch nachweisen oder wenigstens in gewissen veränderten Formen wiedererkennen. Dass übrigens z. B. die Abwesenheit einer vom Inhalte differenzierten Membran nicht zum Begriffe einer Zelle nöthig ist, beweisen unter anderen die contractilen Faserzellen des glatten Muskelgewebes

---

Grösse. So der sogenannte Keimfleck in vielen Eiern (wenn man dieselben als einfache Zellen betrachtet), die Kernkörperchen mancher Ganglienzellen wirbelloser Thiere (z. B. bei Cephalopoden) u. s. f.

u. dgl. m. Wie man die mit verschiedenen Namen belegten Formen der metamorphosierten Zellen höherer Thiere doch stets als Zellen wird anerkennen, so wird man dies auch bei den einzelligen Thieren thun müssen, wo nur die Ungewohntheit der hier auftretenden Formen das Übertragen des zu eng angewandten Namens zurückscheucht.

2. Untersucht man verschiedene Gewebe in Bezug auf die in ihren Bau eingehenden Zellen, so zeigt es sich, dass nicht alle der letzteren jene vorhin als allgemeine Bestandtheile derselben bezeichneten Theile besitzen; bei manchen ist keine Membran mehr nachzuweisen, bei vielen existiert kein Kern mehr, sehr viele endlich haben die ursprünglich runde Bläschenform verloren und stellen Fasern, Blättchen, geschlossene Röhren u. s. f. dar. In Bezug auf diese morphologischen Verhältnisse lässt sich im Allgemeinen Folgendes bemerken. Da, wie wir später sehen werden, bei der Zellenvermehrung der Kern eine wichtige Rolle spielt, und da nachweisbar alle Zellen in ihrem Jugendzustande wirkliche Bläschen mit einem Kerne sind, so wird man auch in den Geweben an den Stellen kernhaltige, bläschenförmige Zellen finden, wo entweder wegen des allgemein regeren Stoffum- und -absatzes eine fortdauernde Zellenvermehrung anzunehmen ist (Epithelialgebilde) oder wo die vegetativen Eigenschaften der Zellen für das Leben des Organismus verwerthet werden. Hierher gehören zum Theil die elementar-physikalischen Vorgänge der Ex- und Endosmose (Resorption u. dgl. m.), vorzüglich aber die, höchst wahrscheinlich unter Vermittelung des Kernes zu Stande kommenden, chemischen Umwandlungen des Zelleninhaltes, die als verschiedene Elemente der Secretion im thierischen Haushalte von Wichtigkeit werden. Überall sieht man hier gekernte bläschenförmige Zellen, deren Inhalt, während ihre Membran wahrscheinlich allgemein im Wesentlichen sich ähnlich verhält, theils durch Aufnahme von Stoffen, theils durch Umwandlung derselben in die einzelnen Secretionsflüssigkeiten sich direct am Leben betheiligt. Nur selten treten an den Functionsherden des vegetativen Lebens in ihrer morphologischen Beschaffenheit veränderte oder zu höheren Elementartheilen verschmolzene Zellen auf; letztere nur da, wo es sich um Erfüllung bestimmter mechanischer Bedingungen handelte, wie bei der Bildung des die Nahrungsflüssigkeit aufnehmenden Gefässsystems, bei der Bindesustanz der einzelnen Organe u. a. m. Dagegen besitzen die Organe zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt, die animalen Organe, entweder in ihrer Gestalt und Zusammensetzung metamorphosierte Zellen oder, und dies ist häufiger, höhere Elementartheile (Muskeln, Nerven). Lässt sich dies auch natürlich nicht als

ein vollständig durchgreifendes Gesetz aufstellen, so ist doch so viel gewiss einer besonderen Bemerkung werth, dass überall, wo es auf die Erfüllung einer rein vegetativen Function ankömt, gekernte bläschenförmige Zellen die wichtigsten Vermittler sind, dass dagegen da, wo Reize oder Spannungszustände auf andere Theile des Körpers übertragen werden sollen, meistens höhere Elementartheile auftreten. Höchst wahrscheinlich sind jedoch auch an den eigentlichen Functionsherden des animalen Lebens kernhaltige Zellen die eigentlichen, morphologischen Vermittler der Function, so dass das Gesetz in gewissem Sinne auf die Centralorgane beider Lebenshälften wol wird erweitert werden müssen.

3. Die Mannichfaltigkeit, welche die thierischen Zellen in Bezug auf ihre Gestaltung erkennen lassen, sind mit Ausnahme der Grössenverhältnisse fast grenzenlos. Es finden sich nämlich beinahe alle nur möglicherweise auftretenden Formen auch an Zellen, von den regelmässigsten Polygonen bis zu der keiner näheren Bestimmung mehr fähigen der verästelten Faser, der Sternform u. s. f. Aus der ursprünglich kugelrunden Bläschenform, die sich nur verhältnismässig selten in festen Geweben findet (junge Epidermoidalzellen, manche Secretzellen, Zellen im Mantel mancher Tunicaten u. s. w.) geht sie bei eng aneinander gefügten Zellen in die des Polygons über (manche Pigmentschichten, Epithelium u. s. w.). Die anfangs sämtlich gleichen Durchmesser verändern sich in ihrem Verhältnisse zu einander; es entstehen auf der einen Seite kurze Cylinder, Linsen, Platten, Blättchen, auf der anderen Seite kegel- oder cylinderähnliche Gestalten, die bei einer gleichmässigen Vergrösserung des einen Durchmessers in Spindel- und Faserformen führen. Endlich können die Zellen verschiedenartige Fortsätze erhalten, die Birnenform geht in die einer geschwänzten Zelle über (die physiologisch interessantesten sind hier die einzelligen Drüsen, die *H. Meckel*, *Fr. Stein*, *Leydig* und *M. S. Schultze* bei mehreren wirbellosen Thieren nachgewiesen haben, und die Ganglienzellen, die entweder einfach oder doppelt geschwänzt erscheinen oder zu der nächsten Form gehören), welche entweder einen einseitigen Anhang hat, oder zwei sich polar gegenüberstehende oder mehrere, so dass die Zelle sternförmig wird, bei welcher letzteren sich die Fortsätze wieder mannichfach theilen können (Pigmentzellen, Ganglienzellen). Wie aber gleichzeitig mit der Veränderung der Gesammtform der Zelle die Beschaffenheit ihrer Substanz im Ganzen grosse Verschiedenheiten zeigt (von der halbflüssigen Consistenz bis zu einer dichten

Verkalkung, z. B. die Schmelzprismen der Wirbelthierzähne), so zeigen ähnliche Variationen die einzelnen Theile der Zellen.

Während die Zellmembran bei Pflanzen meist hart, resistent ist (bei Equisetum gibt sie sogar mit dem Stahl Funken), ist sie bei thierischen Zellen meist weich, zart, elastisch und zeigt nur in seltenen Fällen durch Einlagerungen von Salzen eine grössere Starrheit. Sie ist meist einfach, homogen, einfach contouriert, selten messbar dick. Doch treten hier mannichfache Modificationen auf, welche sich vielleicht auf eine beim Wachsthum der Zelle noch zu erwähnende Erscheinung zurückführen lassen, die, wenn sie sich bestätigen sollte, die Analogie mit den Metamorphosen der vegetabilischen Zellen sehr gross machen würde. Wie sich nämlich an der Pflanzenzelle (im Allgemeinen) zwei Membranen nachweisen lassen, der stickstoffhaltige Primordialschlauch und die secundäre Cellulosenmembran, so haben *Donders* und *Remak* etwas ganz Ähnliches auch für die thierischen Zellen annehmen zu müssen geglaubt, so dass die später an der Zellmembran auftretenden (chemisch) differenten Stoffe äussere Anlagerungen wären, wie die Cellulosenmembran der Pflanzenzellen. Wenn auch diese Ansicht durch manche Beobachtungen[3]) unterstützt wird, so ist sie doch noch nicht so entschieden, um nach ihr die verschiedenen Formen der an der Zellmembran auftretenden Veränderungen besprechen zu können. Was nun diese selbst anlangt, so ist in vielen Fällen der Nachweis, ob eine Zelle überhaupt eine Membran noch oder schon besitzt, von Interesse. Wie der Beweis hierfür mikroskopisch geführt werden kann, gehört nicht hierher. Es kann nur bemerkt werden, dass die Membran bei allen jungen Zellen und bei denen existiert, welche sich in ihrer ursprünglichen Form direct besonders an vegetativen Functionen betheiligen. Hier ist dieselbe ihrer physikalischen Eigenschaften wegen von besonderer Wichtigkeit. Die Zellmembran schwindet für das mikroskopische Bild einmal indem sich ihre Substanz mit der des Zelleninhaltes verbindet, so dass sich weder optisch noch durch physikalische Mittel ihre Contour von der des Zelleninhaltes gesondert nachweisen lässt; dann indem sie selbst den Inhalt durch Massenzunahme verdrängt, so dass auch in diesem Falle die ganze Zelle eine homogene Substanz bildet. — Die Membran wird in der Regel bei alten Zellen

---

3) So die Beobachtung von *Kölliker* an verknöchernden Knorpelzellen aus rhachitischen Knochen. *Remak* hat dies besonders für die Zellen der Knochen- und Knorpelsubstanz nachzuweisen versucht, die allerdings in mehr als einer Beziehung den verholzenden Pflanzenzellen oder Tüpfelzellen gleichen.

dicker, dann auch bei Zellen, die besonders zu mechanischen Zwecken verwendet werden (hier scheint allerdings die Verdickung auf Ablagerung secundärer Schichten zu beruhen). Sie ist derjenige Zellentheil, welcher vorzüglich die Bildung der Fortsätze vermittelt[4]), wie sie auch bei den höheren Elementartheilen die Verschmelzung einzelner Zellen einleitet. Zuweilen trägt sie Flimmerhaare, die, wie wir sahen, ein wichtiges mechanisches Moment in der Thierreihe darstellen. Ob jedoch damit der Beweis gegeben ist, dass die Zellmembran auch contractil sein könne, ist freilich noch nicht entschieden. Ihre verschiedene Betheiligung an der Bildung der zusammengesetzten Elementartheile wird noch besprochen werden.

Der Zelleninhalt ist entweder homogen oder er enthält (ausser dem Kerne) noch Körnchen, Fetttröpfchen, zuweilen selbst Krystalle. Keines von diesen Theilen betheiligt sich aber frei an der Bildung von Geweben; sie finden sich nur in Zellen, zuweilen in Secreten oder Drüsenflüssigkeiten, wo eine Zellenberstung wahrscheinlich angenommen werden muss. Der Zelleninhalt ist entweder flüssig oder mehr weniger fest, halbweich. Da auf seiner chemischen Zusammensetzung nicht bloss zum grössten Theile die physiologische Dignität der Zelle beruht, sondern auch die Form des Verhaltens einer Zelle zu ihren anliegenden Theilen, so wird der Inhalt nächst der Membran der wichtigste Bestandtheil der Zelle beim Stoffwechsel. Während die Membran mehr das mechanische Zustandekommen vermittelt, beruht auf dem Inhalt die Form der in einem Organe zur Erscheinung kommenden Function. Zuweilen ist der Inhalt contractil, und vielleicht alle Contractilitätserscheinungen an Thieren lassen sich auf den Zelleninhalt zurückführen[5]). Wichtig ist das Auftreten der Secretstoffe im Inhalte der Secretzellen, der dann durch Bersten oder durch Exosmose frei wird (häufiger wahrscheinlich das erstere). Doch bedingen dieselben nur in wenigen Fällen morphologische Eigenthümlichkeiten des Zelleninhaltes, vielleicht nur dann, wenn sich der Kern an ihrer Bildung betheiligt. Am allgemeinsten verbreitet und am leichtesten zu erkennen sind hier die Leberzellen, welche sich durch die in ihrem Inhalte sich findenden meist gefärb-

---

4) So bildet sie den Ausführungsgang der vorhin erwähnten einzelligen Drüsen.

5) Vielleicht selbst die Wimperbewegung. *Kölliker's* Bedenken gegen die ursprünglich *Donders'*sche Ansicht, dass nur der Zelleninhalt, nicht die Membranen, contractil sei (Handb. der Gewebelehre p. 34), verdienen allerdings alle Berücksichtigung.

ten Gallenbestandtheile, und bei manchen wirbellosen Thieren die Nierenzellen, welche sich durch die zuweilen krystallinisch vorkommenden Harnbestandtheile auszeichnen. Auf das Schwinden des Inhalts durch Massenzunahme der Membran (zuweilen mit Freilassung eigentlicher Porencanälchen) habe ich schon aufmerksam gemacht. Morphologische Veränderungen, an denen sich der ganze Inhalt betheiligt, finden sich vielleicht nur in den quergestreiften Zellen, die *Purkinje* und *Kölliker* im Endocard der Wiederkäuer gesehen haben und, bei höheren Elementartheilen, in den quergestreiften Muskel- und den Nervenfasern, bei denen der verschmolzene Zelleninhalt in ein Bündel quergestreifter Fibrillen und in einzelne Nervenprimitivfasern zerfallen ist. Ein theilweises Differenziren in besondere Gebilde kömt wahrscheinlich häufiger vor, und dürfte sich vielleicht manches, was man bei wirbellosen Thieren aus dem Kerne entstehen lässt, auf Differenzirungen des Inhaltes reduciren lassen. — Da man die entwickelten Eierstockseier wol mit Recht für Zellen, wenn auch für zusammengesetzte Zellen (s. unten) halten darf, so gehören die Dotterkörnchen und Dotterplättchen hierher. Sie enthalten zum Theil das Bildungsmaterial des künftigen Thieres, und sind daher von Bedeutung. Sie sind kleine, zuweilen mit einer besonderen Membran umgebene Tröpfchen einer eiweissartigen Substanz, in der sich meistens etwas Fett ansammelt. Merkwürdig ist ihre Form und ihr Ansehen bei Amphibien und Fischen, wo sie lange für Stearintäfelchen galten, bis neuerdings *Virchow*[6]) ihre eiweissartige Natur nachwies. Ferner ist hier zu erwähnen der von *von Wittich* und mir beschriebene Dotterkern des Spinneneies [7]).

Mit Bezug auf den Kern, als den letzten Bestandtheil einer Elementarzelle, so ist zunächst zu bemerken, dass an manchen Stellen in thierischen Geweben Bläschen auftreten, die in ihrer Grösse und ihrem übrigen Verhalten den Kernen am meisten entsprechen, und die man deshalb wol mit Recht als freie Kerne anspricht, obschon der darin liegende Hinweis auf ihren Zusammenhang mit Zellen nicht immer durch die Beobachtung zu constatiren ist, so in manchen Drüsen, in dem Mantel der Tunicaten, in den Ganglien mancher wirbellosen, in den Centraltheilen des Nervensystems der Wirbelthiere u. s. w. Tritt er als wirklicher Bestandtheil einer Zelle auf, so haben wir ihn für gewisse Lebenserscheinungen derselben als für sehr wichtig zu halten. Ob er durch seine physikalischen Eigenschaf-

6) Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. IV. p. 236 folgende.

7) Ebenda Bd. II. p. 97. Taf. IX.

ten wesentlich in den Mechanismus des Zellenlebens eingreife, ist zweifelhaft, vielleicht wirkt er auf irgend eine, freilich dann noch schwerer zu erklärende, Weise durch seine blosse Anwesenheit, und durch seine chemische Constitution. Seine wesentlichste Bedeutung erhält er bei der Zellenvermehrung (und vielleicht auch Zellenentstehung). Seine morphologischen Verhältnisse anlangend, so ist er in der grossen Mehrzahl der Fälle rundlich oder oval, in jüngeren Zellen bläschenförmig, später häufig homogen werdend. Ausserdem wird er zuweilen länglich, stäbchenförmig, verästelt, selbst sternförmig verzweigt. Sein Inhalt ist meist homogen, ausser dem ein- oder zuweilen mehrfachen Kernkörperchen. Besondere Formveränderungen sind bei der Samenbildung an ihm zu bemerken, indem die Samenkörperchen vielleicht sämtlicher Thiere (mit Ausnahme gewisser Nematoden, wie *Reichert* beobachtet hat) aus dem Kerne der Hodenzellen entstehen, der, zu dem Behufe dieser Bildung häufig einer Vermehrung unterliegt. Vielleicht bilden sich auch die Nesselfäden zum Theil aus ihm[8]). Es findet sich aber nicht in allen Zellen ein Kern. Mit Ausnahme der in ihrer ursprünglicheren Form auftretenden und verharrenden Functionszellen schwindet der Kern sehr häufig in älteren Zellen, entweder gänzlich oder mit Zurücklassung der Kernkörperchen. Zuweilen tritt er jedoch auch doppelt oder selbst mehrfach auf. Dies findet sich jedoch ausser dem schon angeführten Falle der Hodenzellenkerne wol nur bei Zellen, die im Begriff sind sich zu theilen oder in denen eine Vermehrung wenigstens eingeleitet wird. — Dass Kerne selbständig an der Bildung eines Gewebes sich betheiligten, wie man ehemals annahm, haben neuere Untersuchungen als unhaltbar dargethan. Mit Ausnahme des anfangs mitgetheilten Vorkommens freier Kerne finden sie sich nicht als eigene Gewebetheile, und man ist auch über die morphologische sowol als physiologische Bedeutung jener für freie Kerne angesprochenen Körper noch nicht vollständig im Klaren.

4. Von den Lebensäusserungen an Zellen ist die morphologisch wichtigste ihr Wachsthum. Da die Resultate desselben die oben angeführten verschiedenen Zellenformen sind, so können hier nur noch die allgemeinen Verhältnisse desselben berücksichtigt werden. Wachsthum und Entwickelung lässt sich streng genommen hier so wenig unterscheiden, als an allen übrigen organischen Körpern, indem sie alle so lange wachsen, oder körperlich sich verändern, als

8) Mir wurde es jedoch in manchen Fällen auch wahrscheinlich, dass sich Membran und Inhalt an ihrer Bildung betheiligten.

Digitized by Google

sie den Zustand noch nicht erreicht haben, der sie zur Ausübung der ihnen zugewiesenen Function befähigt, wovon nur diejenigen Erscheinungen eine Ausnahme machen, die mit dem allmählichen Absterben der organischen Körper zusammenhängen. — Das Wachsthum tritt auf als theilweises Wachsthum einzelner Zellentheile oder als gleichmässiges Vergrössern der Zelle mit allen ihren Theilen. Zu der ersten Form gehört die Massenzunahme der Membran, die Bildung von Fortsätzen an derselben, bei welchen der Inhalt sich gleichfalls betheiligt, während der Kern meist unverändert bleibt. Ein gleichmässiges Vergrössern der ganzen Zelle und ihres Kernes ist nur bei jungen Zellen zu beobachten und bei den Eiern. Denn wenn auch in anderen Fällen der Kern eine Zeitlang mitwächst, so erreicht er doch fast stets zeitiger als die übrigen Zellentheile seine definitive Grösse und lässt dann kein Wachsthum mehr gewahren. — Eine Erklärung des Wachsthums zu geben ist um so misslicher, als uns hier stets eine für die bestimmten Gewebe voraus bestimmte Form entgegentritt, ohne welche wir uns eben die Gewebe als solche nicht denken können. Wenn es auch gelingt, einige Formen der Wachsthumserscheinungen physikalisch zu erklären, so führt doch der Versuch, die abgeleiteten Zellenformen ebenso zu behandeln, zu leicht auf zu materialistische oder mechanische Erklärungen. Wichtig würde hier der Nachweis eines verbreiteteren Auftretens der oben erwähnten secundären Ablagerungen auf der Zellmembran sein, welche *Kölliker*[9]) andeutet und *Remak*[10]) ziemlich sicher anzunehmen scheint.

Es wurde schon öfters erwähnt, dass die Function der Zellen in engster Beziehung zu ihrer Zusammensetzung stehe. Der wichtigste Fortschritt in der Physiologie der Zellen wird daher von der Histiochemie zu erwarten sein, welche nachzuweisen hat, unter welchen Bedingungen die sich bei höheren Thieren als Stoffaufnahme bethätigende Eigenschaft bei den einfachsten Formen als eine Art verdauender Auflösungskraft auftreten kann, welche Verhältnisse den Stoffaustausch an den verschiedenen Secretionsstellen der Thiere reguliren u. s. w. Natürlich wird hier wieder die beschreibende Histiologie mit Beobachtungen über das feinere Gefüge an die Hand gehen müssen, da zweifelsohne neben den chemischen auch elementar-physikalische Vorgänge betheiligt sind, zu deren Wirksamkeit die Form

9) Handbuch der Gewebelehre p. 29.

10) Über extracelluläre Entstehung thierischer Zellen etc. *Müller's* Arch. 1852. p. 51.

Digitized by Google

und das Gefüge der verschiedenen Gewebe das seinige beiträgt. So ist die Endosmose und Exosmose, obgleich ihre physikalischen Gesetze noch nicht vollständig eruiert sind, mit Erfolg auf die Erklärung gewisser Erscheinungen an Zellen angewendet worden; so hat *Kölliker* sehr passend die oben angedeutete Wirksamkeit des Kerns durch seine blosse Anwesenheit und die sicherlich unter seinem Einflusse stehenden Veränderungen im Zelleninhalte mit der Contactwirkung verglichen, welche, wennschon noch weniger physikalisch zu erklären, doch Anknüpfungspunkte an, unseren Beobachtungen und Versuchen zugänglichere Verhältnisse darbietet. Wie für jede einzelne physiologische Erscheinung, so wird auch besonders für das Leben der Zellen die Aufgabe dahin gestellt werden müssen, dass man die einzelnen Thätigkeitsäusserungen derselben nicht als Wirkungen unbekannter Naturgesetze, sondern als nothwendige Folgen bestimmter Verhältnisse darzulegen versuche.

Zellenbildung.

§. 15.

Man wirft hier meist zwei ganz differente Processe zusammen, den der Zellenneubildung oder Zellenentstehung und den der Zellenvermehrung. Erstere ist oder soll sein unabhängig von andern Zellen, letztere geht nur unter Vermittelung schon vorhandener Zellen vor sich. Was die Zellenentstehung anlangt oder die freie Zellenbildung, so wird dieselbe allerdings für gewisse Zellen noch immer angenommen, besonders in pathologischen Fällen; doch ist sie meiner Überzeugung nach durchaus unhaltbar, mit Ausnahme zweier Fälle, von denen der eine, die Bildung Blutkörperchen haltender Zellen, durch die Annahme einer freien Zellenbildung recht gut gelöst wird[1]), während der andere, die Bildung des Eies (als secundäre Zelle), ziemlich sicher scheint. Trotz alles Zweifelhaften soll der Kern das erst auftretende Gebilde sein, die Art seiner Entstehung aber ist unbekannt. In ihm ist zuweilen ein Kernkörperchen vorhanden, zuweilen nicht. Um den Kern bildet

1) Das Vorkommen Blutkörperchen-haltiger Zellen in alten Extravasaten, melanotischen Krebsen u. dgl., was ich öfter beobachtet habe, scheint mir sehr dafür zu sprechen, dass in ihnen Blutkörperchen zu Grunde gehen. Grössere fremde Körper werden vom Organismus eingekapselt und unschädlich gemacht, warum können kleine dem Organismus durch Functionsunfähigkeit fremd gewordene Theile nicht ebenso von einer ihrer Grösse und Natur entsprechenden Membran eingekapselt werden?

Digitized by Google

sich nun die Membran entweder direct und wird erst später durch den eindringenden Zelleninhalt abgehoben (*Schwann-Schleiden*) oder sie entsteht später, nachdem sich der Inhalt als Umlagerungsgebilde um den Kern gebildet hat, um den Inhalt (*Kölliker*). Die Membranbildung um diese „Umhüllungskugel" kömt nur beim Eie vor, die um freie Kerne soll in allen übrigen Fällen stattfinden, wo freie Zellenbildung angenommen wird. Alles geht in einem formlosen Cytoblastem vor sich und wird durch vorläufig noch unbekannte Wirkungen der Molecularkräfte erklärt. *Schwann* vergleicht die freie Zellenbildung einem Auskrystallisiren organischer Substanzen, wobei jedoch die Constitution der letzteren modificirend auf die weiteren Vorgänge einwirke. Natürlich wird die chemische Zusammensetzung der formlosen „bildungsfähigen" Substanz das wichtigste physikalische Moment sein; was jedoch dann dieses Cytoblastem bewegt, in sich den Kern, ein verhältnismässig hoch organisiertes Gebilde niederschlagen zu lassen, ist nicht erklärt. Wenn wir die Bildung der Eizelle (als Act einer Neubildung eines Individuum, der schon gewisse Prärogative für sich beanspruchen kann) ausnehmen, so erheben sich folgende Bedenken. Bei den Pflanzen kömt keine freie Zellenbildung in diesem Sinne vor; die Theilung des Primordialschlauchs im Pflanzenembryo gehört nicht hierher. Freie Zellenbildung in pathologischen Producten, wo man sie als häufiger vorkommend annimt, ist nie direct beobachtet, sondern nur aus dem gleichzeitigen Vorkommen gewisser Formen erschlossen worden; und ebenso wie hier lassen sich die für dieselbe angeführten Beobachtungen an gesunden Gewebstheilen möglicherweise auch anders deuten, da besonders in pathologischen Fällen die Erscheinungen gewiss viel eher auf einen Zellenrückbildungsprocess in zerstörten Gewebtheilen bezogen werden müssen, als auf eine Entstehung neuer Zellen. Schliesslich ist zu bedenken, dass, wenn der Satz *omne vivum ex vivo* überhaupt gelten soll, er auch hier gelten muss, da man sonst entweder *generatio aequivoca*, die doch überall sehr *équivoque* ist, oder beseelende Eigenschaften des formlosen Cytoblastems annehmen müsste.

Sicher beobachtet dagegen und sehr verbreitet ist die Entstehung der Zellen unter dem Einfluss anderer, in oder an denselben, also eigentliche Zellenvermehrung. Der Mechanismus der hier vorkommenden Formen ist jedoch noch nicht sicher gedeutet. Meiner Ansicht nach dürfte das Auftreten einer äusseren secundären Membran hier eine wichtige Rolle spielen, besonders in Bezug auf den Unterschied der Zellentheilung und der sogenannten endogenen Zellenbildung. Da man nämlich wol als ziemlich

Digitized by Google

sicher annehmen muss, dass ursprünglich gleiche, erst in ihren ferneren Verwandlungen verschiedene Formen eine gleiche Entwickelung haben, so wird man dies von den Zellen ebenso gelten lassen und die hier auftretenden scheinbar verschiedenen Formen auf äussere im Verhältnisse zu den Zellen selbst mehr zufällige Erscheinungen zurückführen müssen. Ich glaube daher, dass es nur eine Art der Zellenvermehrung gibt, nämlich die Zellenspaltung, und zwar dass überall, wo eine secundäre äussere Membran fehlt, oder wo die eine Zelle umgebenden Theile (wenn wir die hypothetische thierische Cellulose zu vermeiden suchen wollen) nicht die äussere Form der Zellen starr bedingen, diese Zellenvermehrung unter der Form der bisher sogenannten Zellentheilung auftritt, dass dagegen bei Vorhandensein der äusseren Zellmembran oder bei unnachgiebiger Umgebung eine endogene Zellenbildung zu beobachten ist. Zellentheilung wird daher an embryonalen, indifferenten, freien Zellen zu treffen sein. Sie ist sicher beobachtet bei embryonalen Blutkörperchen und den Chyluskörperchen, bei manchen Formen jüngster Epithelzellen und nach *Kölliker* bei den Elfenbeinzellen; auch gehört die Theilung der einzelligen Protozoen hierher. Überall geht die Theilung vom Kerne oder dem Kernkörperchen aus, die Hälften des Kernes rücken auseinander und nun schnürt die Zellmembran sich in der Mitte ab und theilt die beiden mit jungen Kernen versehenen Inhaltshälften zu zwei neuen Zellen ab. Ob Zellentheilung noch öfter beobachtet werden wird, lässt sich wol dadurch bestimmen, dass überall, wo eine secundäre Zellmembran anzunehmen sein dürfte (also in mehr differenzierten Geweben) endogene Zellenbildung, überall wo dieselbe fehlt, Theilung eintritt. Hierfür spricht die Theilung des Primordialschlauchs der Pflanzen, die nur vorkömt, wenn eine kleinere Zelle innerhalb eines grösseren mit Cellulosenmembran gebildet wird. In pathologischen Formen fehlt sie, was gegen die Zellenneubildung im Eiter u. s. f. spricht.

Die verbreitetste Form der Zellenvermehrung und bei Pflanzen die allein beobachtete ist die endogene Zellenbildung, (intracellulare) Zellenbildung um Umhüllungskugeln, um Inhaltsportionen, um den ganzen Inhalt. Auch hier spielt der Kern die wichtigste Rolle. Wahrscheinlich theilt sich zuerst das Kernkörperchen in zwei, welche auseinanderrücken; der Kern wird dabei länglich und theilt sich dann selbst. Nicht ganz sicher ermittelt ist hierbei das Verhalten der Kernmembran, indem zuweilen der Kern sich einfach, wie es oben von der Zelle beschrieben wurde, theilt, zuweilen jedoch innerhalb des Mutterkernes die zwei Tochterkerne platt aneinanderlie-

Digitized by Google

gend gefunden worden sein sollen. Vielleicht übt eine diese Zellentheilungsart nach meiner Ansicht bedingende starre Umgebung auch ihren Einfluss auf die Theilungsform des Kernes aus. Jedenfalls verschwindet die Mutterkernmembran später spurlos und die Tochterkerne rücken wie bei der einfachen Theilung auseinander. Zwischen beide stülpt sich nun die Zellmembran ein und trennt schliesslich die beiden Inhaltshälften mit ihren Kernen. Diese Form der Zellenspaltung ist zu beobachten im Knorpelgewebe, in dessen Zellen *Remak* auch einen Primordialschlauch beschreibt, ferner bei Parenchymzellen anderer Organe, vorzüglich auch in pathologischen Neubildungen, wo sie von *Valentin* und *Joh. Müller* zuerst gesehen wurde, endlich bei der Dottertheilung oder dem sogenannten Furchungsprocesse. In der Deutung der einzelnen Erscheinungen dieses Processes ist man nicht allgemein einverstanden. Man sieht leicht, dass bei Erklärung dieser Vorgänge die Membran die Schwierigkeit veranlasst; denn entweder muss man annehmen, dass diese endogene Zellenbildung nur eine einfache Zellentheilung innerhalb einer unnachgiebigeren Intercellularsubstanz ist oder, was auf eine ähnliche Erklärung hinausläuft, dass sich nur der Primordialschlauch theilt; oder man betrachtet die Inhaltshälften der Mutterzelle als Umhüllungskugeln, um die sich neue, bei fortgesetzter Theilung wieder auflösende Membranen bilden. Die Nothwendigkeit die eben gebildeten Membranen wieder verschwinden lassen zu müssen, scheint sich aber mit der Natur nicht recht vertragen zu wollen, wie ich denn überhaupt das erstere für wahrscheinlicher halte. Besonders die Dotterfurchung ist geeignet hierüber Licht zu verbreiten. Die Dotterhaut ist hier der secundären Zellmembran zu vergleichen, innerhalb deren um eine Umhüllungskugel, um den ganzen Inhalt die Membran der ersten Furchungszelle gebildet wird, dem Primordialschlauch vergleichbar. Man ist nun in Bezug auf den Kern noch nicht sicher, ob er sich einfach theilt oder verschwindet, um zwei neue dann entstehen zu lassen. Wahrscheinlicher ist ersteres; nur ist dabei zu bemerken, dass keine Neubildung von Kernen innerhalb des Mutterkernes anzunehmen ist, sondern nur eine Theilung desselben, da sonst dieselbe Nutzlosigkeit der ebengebildeten Kernmembranen eintreten würde. Weniger unsicher und einstimmiger ist man über die Membranen der neuen Furchungszellen, die man auch Furchungskugeln (als membranlos) nennt. Sie sollen ursprünglich diesen Zellen fehlen, um später, nachdem der Theilungsprocess eine Zeit lang fortgeschritten ist, plötzlich um alle zu entstehen, was jedoch gewiss ebenso unwahrscheinlich ist, als die von *Remak* gesehe-

Digitized by Google

nen doppelten Membranen an denselben. Nach dem, was ich an Froscheiern und denen von Strongylus gesehen habe, besitzen die Furchungskugeln entschieden alle einfache Membranen[2]) und der ganze Vorgang ist, wie ihn *von Bär* nennt, ein Theilungsprocess. Es scheinen freilich auch Fälle vorzukommen, wo der Vorgang nicht so einfach ist, als beim Froschei, so bei den Eiern mehrerer Helminthen, Crustaceen und bei den eigenthümlichen von *Robin* und *Kölliker* gefundenen vielkernigen Zellen des fötalen Knochenmarks. Hier scheint die Theilung der Kerne der Theilung der Membran vorauszueilen, was übrigens durchaus nicht gegen die ausgesprochene Ansicht zeugt, als ja die Theilung der Kerne und das Einstülpen und Abschnüren der Membran zwar sich bedingende aber doch nicht mit Nothwendigkeit gleichzeitige oder sich unmittelbar folgende Vorgänge zu sein brauchen.

§. 16.

Die Frage nach dem Antheile, den die Zellen an der Gewebebildung nehmen, führt zunächst auf die Betrachtung der höheren Elementartheile. Dass ausser den Zellen wol keine geformten Elementartheile sich direct zu einem Gewebe verbinden, sondern immer nur durch Vermittelung von Zellen, wurde erwähnt. Es treten jedoch auch nur Zellen zur Bildung höherer Elementartheile zusammen, und zwar in einer den Formenverschiedenheiten der Zellen selbst entsprechenden Mannichfaltigkeit. Es sind hier zwei Classen zu unterscheiden; in der einen behalten wenig metamorphosierte Zellen als die hauptsächlichsten morphologischen Bestandtheile die Oberhand, oder es verbinden sich theils schon abgeleitete Formen von Zellen mit einander, theils geht die ursprüngliche Zellennatur in dem höheren Elementartheile ganz verloren. Zu der ersten sind zu rechnen die Zellennetze und die mit Nervenfasern in Verbindung stehenden Ganglienzellen, ferner die schon von *Kölliker* hierher gerechneten Zellen des Fettkörpers einiger Insecten. Zu der

2) Von der Anwesenheit der Membranen an den Furchungskugeln der Froscheier überzeugt man sich sehr leicht. Wenn man den Dotter aus dem Eiweiss löst, so sieht man häufig Falten an den Kugeln, welche, wo nur die erste Furche vorhanden ist, senkrecht auf dieselbe stehen und sich in dieselbe hineinbiegen. Wirkliche Falten (s. *Ecker*, Icon. physiol. Tab. XXIII. fig. VIII. IX f.) können sich aber doch wol nur in einer Membran bilden. Die Membran um die Furchungskugeln des Strongyluseies kann man eben so leicht durch Endosmose an den aus dem Eie befreiten Dotterballen nachweisen, die sich nie wie ein Tropfen zähflüssiger Substanz, sondern stets wie von einer wirklichen Membran umschlossene Körper optisch und physikalisch verhalten.

Digitized by Google

zweiten Art gehören die Fälle, wo sich Fasern oder anderweitig veränderte Zellen mit einander verbinden, die man aber dann noch als solche erkennen kann, wie die von *Leydig* beobachteten Formen von Knorpelzellen bei Plagiostomen, welche sehr an die ebenfalls hierhergehörigen elastischen Fasern und Fasernetze erinnern, und endlich Formen, deren Entwickelungsgeschichte nur über ihre Entstehung aus verschmolzenen Zellen Auskunft gibt. Es bilden diese letzteren die Mehrzahl der höheren Elementartheile und stellen sich jene ersten Formen diesen gegenüber nur als locale Erscheinungen dar. Zu ihnen sind zu rechnen die Gebilde des eigentlichen Bindegewebes (vielleicht sogar im *Reichert'schen* Sinne), dann die quergestreiften Muskelfasern und Muskelfasernetze der Wirbelthiere und die meisten der glatten Muskelfasern und Muskelfasernetze der wirbellosen Thiere; ferner die Tracheen-Röhren und Röhrennetze der Arthropoden; die Nervenfasern und ihre Verbindungen unter einander; die Capillargefässnetze des Blut- und Lymphgefässsystems; und endlich dürften hierher vielleicht manche Formen von wasserführenden Canälen wirbelloser Thiere zu ziehen sein. In den meisten Formen leitet die Membran der Zellen die Bildung der höheren Elementartheile ein, indem sie entweder zu Verlängerungen der Zellen auswächst, die sich mit denen anderer Zellen treffend mit diesen verschmilzt, oder direct das Aneinanderlegen der Zellen vermittelt, wo dann die die beiden Zellen trennende Scheidewand später resorbiert wird.

Wenn man auch die faser-, röhren- und netzartigen Formen ohne Schwierigkeit auf ihre Entstehung aus Zellen zurückführen kann, so gelingt dies nicht so leicht bei Membranen. *Reichert* hat gezeigt, wie solche Membranen durch Verschmelzung flächenartig sich berührender Zellen entstehen können. Es entsteht nun aber die Frage, ob sich alle, besonders die ganz structurlosen, sogenannten homogenen Membranen oder Glashäute auf diese Weise bilden. *Reichert* bejaht dies, während *Kölliker*, besonders auf seine Untersuchungen an in der Entwickelung begriffenen Drüsen gestützt, annimt, die *membranae propriae* der Drüsen und sogenannten Glashäute entstünden durch Ausscheidungen an den Zellen und nicht durch Verschmelzung von solchen. Wahrscheinlich hat *Reichert* Recht, da besonders auch die structurlosen Chitinhäute bei den Arthropoden auf eine Weise zu entstehen scheinen, welche auf eine Verschmelzung von Zellen führt, wie später erwähnt werden wird. Es ist auch noch zu bemerken, dass die Annahme, diese Häute bei den Wirbelthieren gehörten nicht

Digitized by Google

zum Bindegewebe, weil sie keinen Leim geben, deshalb nicht wol haltbar ist, als ja Zwischensubstanz ächten Bindegewebes, was Niemand für etwas anderes zu halten geneigt sein dürfte (z. B. in der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstranges, welches *Kölliker* ausdrücklich hierher zählt), ebenfalls keinen Leim gibt.

In den meisten Geweben tritt neben den Zellen und unter ihrem Einflusse eine mehr oder weniger bedeutende Menge von Intercellularsubstanz auf, jedoch wie es scheint nur da, wo weniger die individuelle Leistung der Zelle, als die Gesammtfunction des ganzen Gewebes in Rechnung kömt. Auf der anderen Seite ist aber diese Bindesubstanz, welche fast in allen Geweben, freilich zuweilen in ausserordentlich geringer Menge, sich findet[3]), höchst wahrscheinlich nicht bloss physiologisch wichtig als der Ort, an den die durch den Stoffaustausch frei werdenden oder veränderten Substanzen zunächst übergehen, sondern sie hat auch wie es scheint eine Einwirkung auf die Gestaltung der sich in gleichen Bezirken entwickelnden Zellen. So dunkel natürlich diese Vorgänge ihrem Wesen nach sind, so glaube ich doch darauf aufmerksam machen zu müssen, dass höchst wahrscheinlich von der veränderten Zusammensetzung dieser Bindesubstanz aus bei der Entwickelung des Eies der Anstoss zur morphologischen Differenzirung einzelner Zellen ausgeht. Da nämlich die Zellen ursprünglich alle gleichartig sind, eine einseitige endosmotische Erscheinung auch nicht denkbar ist, so wird der Process der Gewebebildung wesentlich auf einer Umwandlung einzelner Theile dieser Bindesubstanz beruhen, als des nächsten und einzigen Elementes, welches direct von aussen auf die Zellen wirken kann. Hat dann einmal eine Zelle die Richtung zur Entwickelung in einem bestimmten Sinne angenommen, so scheint diese dann durch die Bindesubstanz ihre Nachbarn zu einer ähnlichen zu disponiren, bis eine durch anderweitige Einflüsse wesentlich anders zusammengesetzte Verbindungsmasse eine neue Entwickelungsform bedingt. Eine ähnliche Disposition neuer Zellen, sich nach benachbarten schon fertigen in ihrer Entwickelung zu richten, scheint auch in gewissen pathologischen Vorgängen stattzufinden, wobei allerdings auch darauf Rücksicht zu nehmen ist, dass die hier auftretenden neuen Zellen eine gewisse Formenanlage von ihren Mutterzellen mitbringen. — Die in dieser Verbindungssubstanz auftretenden geformten Elemente sind entweder nur zufällige oder Derivate von Zellen.

---

3) Eine Ausnahme hiervon machen besonders die Epithelialgebilde, welche kaum irgend welche Intercellularsubstanz erkennen lassen.

Es kommen nun noch bei niederen wirbellosen Thieren häufig bedeutende Massen ihres Körpers vor, die, obgleich an manchen Stellen Zellen in ihnen sich finden, doch in ihrer Gesammtmasse sich vorläufig gar nicht auf Zellen zurückführen lassen. Denn wenn man auch in einzelnen Fällen dergleichen Substanzen als Derivate von Zellen ansehen darf, wie z. B. die contractile Substanz des grünen Süsswasserpolypen u. a.[4]), so liegt doch der Zusammenhang derselben mit Zellen in vielen anderen Fällen ganz ausser dem Bereiche selbst der Wahrscheinlichkeit. Hierher gehören viele Theile des Stockes bei den Polypencolonien, gewisse Abschnitte der Medusenkörper, nach der gewöhnlichen Anschauung ein Theil der Chitin führenden Schichten bei den Arthropoden u. s. w. In wie fern gewisse gleichfalls hierher gezählte Theile (Axe der Polypenstöcke, Borsten bei Würmern, deren Kiefern), die nach *R. Leuckart* ebenfalls aus Chitin bestehen[5]), wirklich zu diesem Stoffe gerechnet werden dürfen, muss, da man bis jetzt fast allein ihre Unlöslichkeit in ätzenden Alkalien dafür angeführt hat, genaueren Untersuchungen über die Verwandlungsproducte der bekannteren histiogenetischen Substanzen überlassen bleiben. Nach meiner Ansicht hat man hier eine Reihe sich in einigen Merkmalen übereinstimmend verhaltender Substanzen vor sich[6]), deren genauere Unterscheidung mit der Kentnis der chemischen Seite des Stoffwechsels bei niederen Thieren eng zusammenhängt. Über das Morphologische der eigentlichen Chitingewebe siehe den nächsten §.

Morphologie der Gewebe.

§. 17.

Es wurde schon oben erwähnt, dass man bei der genaueren Zergliederung der Organe und Systeme auf gewisse morphologische Einheiten gelangte, die man mit dem Namen Gewebe belegt. Genauer bezeichnet versteht man unter Geweben: die an verschiedenen Stellen des Thierkörpers auftretenden durch gleiche Form und gleiche Verbindung der in ihre Zusammensetzung eingehenden Elementartheile charakterisierten näheren Formbestandtheile der Organe und

---

4) Hier hat jedoch *Al. Ecker* keine Zellen finden können.

5) *Wiegmann-Troschel's* Archiv für Naturgesch. XVIII. Jahrg. I. p. 22. Diese Unlöslichkeit in kochendem Ätzkali kann ich übrigens für viele der hier von *Leuckart* angeführten Theile bestätigen.

6) Wie auch *Leuckart* das Chitin für eine Collectivbezeichnung hält.

Digitized by Google

Systeme. Eine Eintheilung derselben hat man bis jetzt nur in Bezug auf die im menschlichen Körper sich findenden zu geben versucht. Indess ist die Zahl derselben, da sie ja doch nur morphologische Aequivalente für gewisse allgemein wiederkehrende Functionen sind, im ganzen Thierreiche gewiss nicht grösser, dagegen aber die Amplitude der Formverschiedenheit der einzelnen Gewebe weiter, die aus den übrigen morphologischen Bedingungen des Thierkörpers resultiert. Da allen Geweben ferner die Form der Zelle genetisch zu Grunde liegt, so wird eine strenge Classification derselben nur bis zu einem gewissen Grade möglich sein, insofern die Eintheilungsgründe nicht mehr von der sich stets verändernden Zellenform, sondern von mehr secundären Verhältnissen der Gewebe selbst hergenommen werden müssen. Die im Folgenden gegebene Übersicht schliesst sich an die von *E. H. Weber*[1]) und *Kölliker* gegebenen Eintheilungen an.

A) **Einfache Gewebe.** Gewebe, welche nicht durch eine Vereinigung mehrerer gebildet sind.

a) *Ohne oder mit höchst wenig Intercellularsubstanz.*

1. Oberhautgewebe; Epithelialgebilde, Horngewebe, Chitingebilde.

Der allgemeine Charakter der hierher gehörigen Gebilde ist, dass ihre elementären, meist kernhaltigen Zellen ohne Vermittelung einer deutlich wahrnehmbaren Intercellularsubstanz sich aneinanderlegen und entweder durch Entwickelung chemisch differenter oder selbst morphologischer Secretstoffe in ihrem Inneren sich bei der Secretion und Absorption betheiligen oder durch Verwandlung ihrer leicht löslichen Proteinmembran in die schwer lösliche Horn- oder Chitinsubstanz den tieferen Theilen des Organismus als Hülle dienen, wobei sie entweder ihren Kern behalten oder verlieren.

Es wird vielleicht von mancher Seite für eine verfrühte Hypothese betrachtet werden, dass ich die Chitingebilde, besonders der Arthropoden, zu dem Oberhautgewebe rechne. Ich muss, da es mir bis jetzt so wenig als irgend einem anderen Forscher gelungen ist, ein Mittel zu finden, welches die Structur der betreffenden Theile ebenso erschliesst, wie die Alkalien die Horngewebe, zugeben, dass es eine Hypothese ist. Indess glaube ich zu derselben durch die constante Örtlichkeit des Auftretens der Chitin führenden Theile berechtigt zu sein. Was zunächst die äussere Haut anlangt, so findet sich die Chitinschale stets

---

1) Handbuch der Anatomie des Menschen von *Frdr. Hildebrandt.* 4. Ausg. besorgt von *E. H. Weber.* Bd. I.

Digitized by Google

als äusserste Bedeckung und als continuirliche Schicht bis zu dem, den Hautmuskeln höherer Thiere zu vergleichenden Muskelsysteme, welches von dem spärlichen, die Lederhaut bildenden Bindegewebe umhüllt ist. In dieser epidermoidalen Chitinschale treten Structurverhältnisse auf, welche sehr an die Bilder erinnern, welche man von wirklichen Horngebilden erhielt, ehe man sie durch Alkalien aufzuschliessen verstand. Es scheinen auch ohne nachweisbare Bindesubstanz einzelne Zellenschichten neben dem Processe des Verhornens, Chitinisirens, sich mit Kalk imprägniren zu können (Crustaceen), wie die Zellen des Schmelzoberhäutchens bei Wirbelthieren. Dieser äussere Epidermoidalüberzug bildet die bei Wirbelthieren zweifellos der Epidermis zugerechneten Anhänge, und setzt sich dann auch an den Eingängen in innere Hölungen als Epithelium oder als structurlose Intima (einfache Schicht chitinisierter Epithelialzellen) fort. Wo bei Wirbelthieren Horngebilde an Epithelien vorkommen, bestehen dieselben aus verhornten Epithelialzellen; bei Arthropoden und vielleicht bei allen Wirbellosen bestehen derartige Hartgebilde aus chitinisierten Epithelialzellen. So werden sich die Kiefern der Cephalopoden und Würmer, das Magengerüst der Krebse, die Magenbewaffnung anderer Arthropoden später gewiss als aus chitinisierten, aber morphologisch nicht weiter metamorphosierten Zellen zusammengesetzt ausweisen. Die weite Verbreitung des „Chitins“ nicht bloss im Arthropodenkörper, sondern bei so vielen Wirbellosen deutet vielleicht auf einen schneller sich vollendenden Metamorphosencyclus der histiogenetischen Substanzen bei diesen Thieren, dessen Kreis eben mit der Production dieser so wichtigen Substanz geschlossen ist, wie ja die die Axe des Polypenstammes bildenden ursprünglichen Zellen ebenfalls schnell eine analoge Zusammensetzung und resp. Verhornung oder Chitinisirung erlangen. Wenn man daher von einem Vertreten des Bindegewebes durch Chitinmassen spricht, kann ich dies höchstens in einfacher mechanisch-functioneller Bedeutung gelten lassen.

Zu dem Oberhautgewebe gehört zunächst die Epidermis und ihre Anhänge, die Horngebilde der Wirbelthiere, mit Nägeln, Klauen, Krallen, Hufen, Stacheln, Hörnern, Federn, Platten und die Chitingebilde der Arthropoden, Würmer und Mollusken. Auch die äussere Oberfläche vieler anderer wirbelloser Thiere lässt deutlich einen Epidermisüberzug erkennen, welcher jedoch in der Regel weniger verhornte Zellen besitzt, sondern weiche, den Epithelien ähnliche; auch tragen sie häufig Flimmerhaare, so manche Polypen, Quallen, Echinodermen (Echinus an den Ambulacren), viele Würmer und manche Mollusken. Bei den Arthropoden ist die Epidermis stets ohne Wimpern. Während dieselbe bei den meisten wirbellosen Thieren meist nur Zellen in einer einfachen Schicht besitzt, ist die Epidermis der Arthropoden und Wirbelthiere mehrschichtig, die tieferen noch nicht verhornten Zellen bilden die Schleimschicht der Wirbelthieroberhaut, das sogenannte *rete Malpighii*, während die tiefste, noch nicht chiti-

Digitized by Google

nisierte Schicht Zellen in der Arthropodenoberhaut jene Lage darstellt, von welcher, wie von den Zellen des *rete Malpighii*, die Neubildung der abgeworfenen Chitinschale ausgeht. Von Anhangsgebilden der Haut gehören die Hautdrüsen der Wirbelthiere nur genetisch hierher. Dagegen kommen bei Wirbellosen dergleichen als wirkliche Epithelialgebilde vor; so die Haftborsten und Nesselfäden entwickelnden Zellen oder Bläschen. Der Absonderungsstätte nach gehört auch die Schale der Cephalophoren hierher. — Ferner die eigentlichen

Epithelien. Sie kleiden innere Hölen der Thierkörper aus und bestehen meist aus weicheren, nicht in dem Grade verhornten Zellen wie die Epidermis, von verschiedener Gestalt (pflasterartig, cylindrisch), die bald flimmern, bald nicht. Doch kommen auch hier chitinisierte Schichten (Arthropoden) und wahre Horngebilde vor, wie die Hornzähne und Hornscheiden bei Vögeln, Reptilien, Fischen, Cephalopoden und anderen Mollusken, und Arthropoden. Sie sind bei wirbellosen Thieren meistens und an vielen Stellen des Wirbelthierkörpers einschichtig, an vielen Stellen der letzten dagegen mehrschichtig. Da sie auch die Hölen der Drüsenräume auskleiden, so beruht auf ihnen vorzüglich die Secretion und Absorption.

2. Elastisches Gewebe.

Charakter dieses Gewebes ist, dass sich seine Bildungszellen durch Verschmelzung des Inhalts mit Membran und Kern in homogene, unlösliche, stark elastische Fasern verwandeln, die entweder als solche theils in anderen Geweben (vorzüglich Bindegewebe der Wirbelthiere) zerstreut, theils zu besonderen Bändern vereinigt auftreten, oder durch Verwachsung unter einander membranöse Fasernetze darstellen.

Hierher gehören die Kernfasern und elastischen Fasern der Wirbelthiere, ferner die elastischen Bänder, dann die, dichte elastische Fasernetze darstellenden gefensterten Membranen der Gefässe bei denselben, das Schalenband der Acephalen, die Bandmasse an der Rückenseite der Gliedergelenke der Arme und des Stieles bei den Crinoiden[2]), und vielleicht noch einige andere elastische Bänder bei Wirbellosen, obgleich hier der Entscheid sehr schwer zu geben ist, ob diese Formen alle zu dem Entwickelungskreise desselben Gewebes gehören.

(3. Zellenmassen der Wirbellosen.

Obschon dieselben streng morphologisch betrachtet hierher gehören, so entsteht doch hier die Frage, ob sich diese Theile genetisch mit einem der beiden anderen hierher gehörigen Gewebe parallelisiren

---

2) s. *Müller, Joh.*, Über den Bau des Pentacrinus caput Medusae tab. IV. fig. 5.

Digitized by Google

lassen. Höchst wahrscheinlich nicht. Sie stellen gewissermaassen auf embryonalem Zustande verharrende Zellenmassen dar, ohne irgend eine histiologische Differenzirung. Auch bei ihnen findet sich keine oder höchst wenig Intercellularsubstanz.

Es gehört hierher ein grosser Theil der Leibesmasse vieler Polypen und Medusen, der zuweilen eine knorpelartige Consistenz besitzt.

An dieser Stelle lassen sich auch morphologisch die Fettkörper vieler Thiere unterbringen, wirbelloser sowol als mancher Wirbelthiere. Sie stellen entweder einfache Zellenhaufen dar, deren einzelne Elemente durch Fettaufnahme in wirkliche Fettbläschen verwandelt sind, oder Zellennetze, wie es *Herm. Meyer* für die Fettkörper der Lepidopteren nachgewiesen hat[3]).)

b) *Mit deutlicher, oft sehr beträchtlicher Intercellularsubstanz*

4. Blut der Wirbelthiere (und Mollusken?).

So sehr auch die durch die Flüssigkeit dieser Masse bedingte Verschiebungsfähigkeit der einzelnen Elemente gegen ihre Bedeutung als Gewebe zu sprechen scheint, so ist das Blut doch sicher den anderen Geweben, seiner Entwickelung und seinen Lebenserscheinungen nach, an die Seite zu stellen.

Morphologischer Charakter des Blutes als Gewebe ist, dass seine elementären, ursprünglich alle gekernten Zellen, die sich wahrscheinlich in besonderen Hohlräumen bilden und vielleicht auch in einem besonderen Organe zu Grunde gehen, in einer flüssigen Intercellularsubstanz frei durch die Gefässräume des Körpers bewegen, um mit derselben auf diesem Wege ihre Functionen, der Ernährung und Respiration, auszuführen. Die Blutzellen, Blutkörperchen sind der Träger des Farbstoffs und der Gase, während die Blutflüssigkeit farblos und vorzugsweise Nährsaft ist. Ausser diesen gefärbten Zellen finden sich häufig ungefärbte, jedoch in ungleich geringerer Zahl, welche den jüngeren Entwickelungszuständen der gefärbten entsprechen.

Unter den wirbellosen Thieren findet sich nur bei den Mollusken ein Blut, in dem geformte Bestandtheile als wesentliche Elemente enthalten sein dürften. Wo das Blut hier gefärbt erscheint, geht die Farbe von der Blutflüssigkeit aus, indem nur selten gefärbte Blutkörperchen vorkommen (Cephalopoden).

Viel Anziehendes enthält der Aufsatz von *Thom. Williams, M. D., On the blood-proper and Chylo-aqueous Fluid of Invertebrate Animals*,

---

3) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. p. 177.

Digitized by Google

in *Jameson, Edinb. new philos. Journal* Nr. 106. October 1852. p. 342, auf welchen ich später noch zurückkommen werde.

5. Bindegewebe, Gewebe der Bindesubstanz.

Je nach der grösseren oder geringeren Menge Intercellularsubstanz, die sich bei der Entwickelung der hierher gehörigen Gebilde betheiligt, entstehen zwei Hauptformen, die jedoch ununterbrochen in einander übergehen. Gemeinschaftlicher Charakter für beide Arten ist, dass ihre Bildungszellen in einer meist reichlich vorhandenen Intercellularsubstanz liegen, unverändert bleiben oder sich verlängern, scheinbar (und in vielen Fällen wirklich) in Fibrillen sich spalten, und mit einander verschmelzend zu compacten Gewebtheilen oder membranösen Ausbreitungen sich gestalten. Die eine Art stellt das geformte oder feste Bindegewebe dar, was bei seiner Entwickelung die geringste Menge Intercellularsubstanz erkennen lässt; die andere, das sogenannte formlose, lockere oder areoläre, was als Ausfüllungsmasse die einzelnen Organe und deren Theile mit einander verbindet, enthält bedeutendere Mengen Intercellularsubstanz, die sich an der Verschmelzung der eigentlichen Gewebelemente und der Bildung des Gewebes selbst betheiligt.

Das Bindegewebe kömt den Wirbelthieren und den meisten wirbellosen zu, jedoch in etwas verschiedener Form, indem sich dem Bindegewebe der Wirbelthiere ganz ähnliche Verhältnisse nur noch bei den Cephalopoden und einigen anderen Mollusken zeigen. In der Mehrzahl der übrigen wirbellosen Thiere besteht es aus schönen, kernhaltigen Zellen, zuweilen mit nur wenig Intercellularsubstanz oder ist homogen, zuweilen, jedoch nicht häufig, mit Neigung zur Falten- (Faser-)bildung. — Es erscheint bei den Wirbelthieren meist in der Form der sogenannten Bindegewebsbündel, die wellenförmig gebogen mittelst einer gallertartigen Zwischensubstanz grössere Lamellen oder Membranen, oder eine Art Netzwerk darstellen. In der Mehrzahl der Fälle bestehen diese Bündel scheinbar aus feinen Fasern, den Bindegewebsfibrillen, die (nur an gerissenen Rändern frei werdend) stets durch eine ähnliche Zwischensubstanz zu Bündeln vereinigt werden, wie diese zu Membranen u. s. w.; zuweilen sind jedoch anstatt der Fibrillen deutlich nur Falten zu sehen (homogenes Bindegewebe). In dem Bindegewebe treten vielleicht constant bei allen Thieren noch andere Gewebelemente auf, so elastische Fasern, Knorpelzellen und andere.

Es stellt dies Gewebe bei den Wirbelthieren nicht bloss ein grosses Maschenwerk dar, in welches die übrigen Organe des Kör-

Digitized by Google

pers eingebettet sind, wie bei den Drüsen, Schleimhäuten, in der That fast bei allen Organen, sondern es vermittelt auch die Verbindung starrer Theile, wie die der Knochen mit den Muskeln, der Knochen untereinander; es tritt daher bald als eine festere, bald als eine beweglichere weiche Substanz auf, bildet das Fettpolster durch Aufnahme von Fettzellen oder wird starrer durch Einlagerung von Knorpelzellen. Sehr wichtig ist für die Morphologie der Gewebe, dass, wo nur Gefässe und Nerven in anderen Geweben und in Organen auftreten, dieselben stets vom Bindegewebe getragen werden, welches dann auch scheidenartige Hüllen um dieselben bildet, ein Umstand, auf den neuerdings besonders *Bidder*[4]) mit Recht Gewicht gelegt hat. (Vielleicht ist auch hier das Bindegewebe als Intercellularsubstanz, die Capillargefässe als die eigentlichen Gewebelemente zu betrachten.)

Das geformte oder feste Bindegewebe bildet die Sehnen, Bänder, fibrösen und serösen Häute, die Grundlage der Schleimhäute und der äusseren Haut, wo es die Lederhaut darstellt, die Gefäss- und gefässführenden Häute. An vielen Stellen mit diesem in directer Verbindung steht

das formlose, areoläre Bindegewebe, welches, wie erwähnt, als Ausfüllungs- und Verbindungsmasse zwischen den Organen und Organtheilen auftritt. Während die erste Art fast ohne Ausnahme Fibrillen erkennen lässt, sind manche Formen der letzteren homogen. Beide gehen aber ohne bemerkbare Grenzen in einander über. Hierher gehören zum grossen Theil die sich direct aus der Schleimhaut der Drüsengänge fortsetzenden structurlosen Häute der Drüsenräume selbst, die *membranae propriae*; dann das Bindegewebe der wirbellosen, bei denen es im Ganzen spärlicher auftritt und nur selten Fibrillen zeigt. Deutlich fibrillär ist dagegen das sogenannte Zellgewebe, was die Organtheile untereinander verbindet, die Verschiebbarkeit der Organe selbst bedingt, und wol auch atmosphärisches oder umhüllendes Bindegewebe genannt wird.

Das grösste Verdienst in Bezug auf die Kenntnis der zum Bindegewebe gehörigen Gebilde gebührt unstreitig *Reichert*. Er machte zuerst auf das constante Vorkommen der reichlichen Intercellularsubstanz bei der Entwickelung aufmerksam, besonders auf jene von *Schwann* gefundene, zwischen Chorion und Amnios auftretende gallertartige Substanz, deren allgemeines Vorkommen bei der Entwickelung des areolären

---

4) Über einen aus cylindrischen Zellen zusammengesetzten Epithelialkrebs. Müller's Arch. 1852. p. 189.

Digitized by Google

Bindegewebes er zuerst nachwies. Er sagt in seiner Schrift über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde, p. 107: „*Schwann* führt „an, dass die erst erkennbare Form des Bindegewebes eine gallertartige, „durchsichtige Substanz, etwas consistenter, als der Glaskörper des Au- „ges, sei. So erscheint es beim Schweinefötus zwischen Chorion und „Amnios, im Unterhaut-Zellgewebe bei Froschlarven; ich füge noch „hinzu in der gallertartigen Substanz des Nabelstrangs, „in dem Unterhautzellgewebe aller Wirbelthier-Embryonen, in den „Sehnen, überhaupt in den Organen und Systemen an al- „len Stellen, wo man sogenanntes umhüllendes und parenchymatö- „ses Bindegewebe antrifft." *Reichert's* im Jahre 1845 veröffentlichte Beobachtungen bestätigten später *Kölliker*[5]) und *Virchow*. Ebenso dankbar ist anzuerkennen, dass *Reichert* zuerst darauf aufmerksam gemacht hat, dass die Fibrillen (wenigstens in manchen Fällen) Kunstproducte oder Ausdruck einer Faltenbildung sind. Wenn gleich nicht zu leugnen ist. dass der Nachweis von Fibrillen auf Sehnenquerschnitten sehr gegen diese Ansicht spricht, so darf man doch darüber nicht vergessen, dass man bei gewöhnlichen Präparaten das Gewebe nicht in seiner natürlichen Spannung, sondern geschrumpft untersucht, ferner dass man Fibrillen einzeln nur an den gerissenen Rändern des Präparates erkennen kann, während sie in der Mitte desselben ausnahmslos von formloser Zwischensubstanz zusammengehalten werden, endlich dass man die Fibrillen durch Druck und Zug in ihrer Richtung in vielen Fällen verändern kann, was ich für manche Arten des Bindegewebes bestätigen kann. — Gleiche Entwickelungsverhältnisse zeigt das Knorpelgewebe. — Beiläufig will ich hier auch noch erwähnen, dass schon *Reichert* (a. a. O. p. 117) darauf aufmerksam gemacht hat, dass sich die *Henle*'schen Spiralfasern nicht aus den rudimentären Kernen entwickeln, sondern dass er an allen Stellen, wo sich unter dem Bindegewebe häufig Spiralfasern finden, während der Entwickelung spindelförmige Faserzellen auftreten sah, welche an ihren Enden in Fäden ausliefen und nach *Reichert* wahrscheinlich Bildungsstufen jener Spiralfasern angehörten, eine Ansicht, die bekanntlich neuerdings durch *Kölliker* zur Evidenz erhoben ist.

Mit Rücksicht auf das gegenseitige Bedingtsein von Blutgefässen und Bindegewebe, von Spiralfasern und Sehnengewebe[6]), kann ich die Ansicht nicht unterdrücken, dass das Bindegewebe überhaupt nur eine formlose Intercellularsubstanz sei, die sich je nach der Art und Weise, wie sich die in ihr auftretenden Zellen entwickeln, verschieden verhält, so dass die verschiedenen Formen des Bindegewebes auf bestimmte Formen anderer Gewebe, des Elastischen, der Capillargefässe, der Nerven, zurückführen lassen würde. Die sich zu Fasern verlängernden Zellen (mit den Bindegewebskörperchen) würden dann dem elastischen Gewebe als Entwickelungsformen zufallen, die schönen Zellen im Bindegewebe vieler Mollusken würden als Reste der ursprünglichen Bildungszellen

5) Handbuch der Gewebelehre p. 58.
6) s. *Reichert* in Müller's Arch. 1852. p. 528.

Digitized by Google

oder als ein besonderes noch nicht näher charakterisiertes Gewebe zu betrachten sein, die Knorpelzellen würden dann die eigentlichen Gewebtheile repräsentiren u. s. w., eine Ansicht, auf die man durch *Virchow's* und *Reichert's* Untersuchungen geführt wird.

6. Skeletbildendes Gewebe der Wirbellosen.

Unter diesem Namen sind vorläufig am besten die, physiologisch dem Bindegewebe der Wirbelthiere entsprechenden Gebilde bei wirbellosen Thieren zu begreifen, welche allerdings morphologisch und chemisch von demselben verschieden sind, jedoch in Bezug auf ihr allgemeines Verhalten einige Übereinstimmung mit ihm besitzen. Es gehören hierher die aus Pflanzencellulose der Hauptsache nach bestehenden Mantelgebilde der Tunicaten, und die kalkigen Schalen der Mollusken. Letztere dürften jedoch der Hauptmasse nach doch wol nur Secretionstheile sein, die ihre mannigfache Structur mehr der Bildungsweise der secernirenden Theile, als einem eigenen gewebartigen Gefüge verdanken. Ich glaube zu diesem Schluss durch die Entwickelungsgeschichte dieser Theile berechtigt zu sein, der übrigens dadurch noch an Halt zu gewinnen scheint, dass man innerhalb derselben Classe andere harte Theile vorfindet, die sich ihrer Structur nach durchaus nicht mit den Schalen, sondern vielmehr mit anderen hornigen Geweben wirbelloser Thiere parallelisiren lassen, dabei aber in ihrer Entwickelung ganz von den Schalen abweichen. Die Kalkskelete der Echinodermen stehen ebenfalls ziemlich isoliert, indem sie in einer homogenen organischen Grundsubstanz regelmässig angeordnete Kalkconcretionen enthalten, über deren Beziehung aber zu Zellen oder zu Intercellularsubstanz noch nichts bekannt ist. Wahrscheinlich ist die letztere, welche wol sehr reichlich auftritt (vielleicht besser als Extracellularsubstanz zu bezeichnen) der Sitz der Concretionen.

Die Untersuchungen von *Kölliker*[7]) über den Mantel der Tunicaten haben gezeigt, dass hier aus stickstoffhaltigen Substanzen bestehende Zellen in der mannigfach geformten Cellulosensubstanz eingelagert sind, die sich zu den ersten wie Intercellularsubstanz verhält.

7. Knorpelgewebe.

Während beim Bindegewebe die Zwischensubstanz, welche die einzelnen Zellen verbindet, gallertartig oder überhaupt weich ist,

---

7) *Annal. des sc. natur. III. Sér. T. V. Zool. p.* 193. und *v. Siebold's* Lehrb. der vergl. Anat. der wirbellosen Thiere p. 238 Anm. 4.

Digitized by Google

tritt sie hier in einer dem Gewebe eigenthümlichen Consistenz auf, und zwar entweder als secundäre Umlagerungsschichten um die einzelnen Zellen oder als gleichmässige Ausfüllungsmasse zwischen denselben, deren Membran dann nicht mehr nachzuweisen ist. Sie variiert, wie beim so nahe verwandten Bindegewebe, sehr in Bezug auf ihre Menge, indem Gewebe, die unstreitig zum Knorpel zu rechnen sind, vorkommen, bei denen sie kaum nachzuweisen ist, z. B. *Chorda dorsalis* der Wirbelthiere. Sie ist ferner entweder homogen oder fasrig oder verfilzt-fasrig, wodurch die morphologische Verschiedenheit der verschiedenen Knorpelarten der Wirbelthiere bedingt wird, nämlich der hyaline, Faser- und Netzknorpel.

Fig. 2.

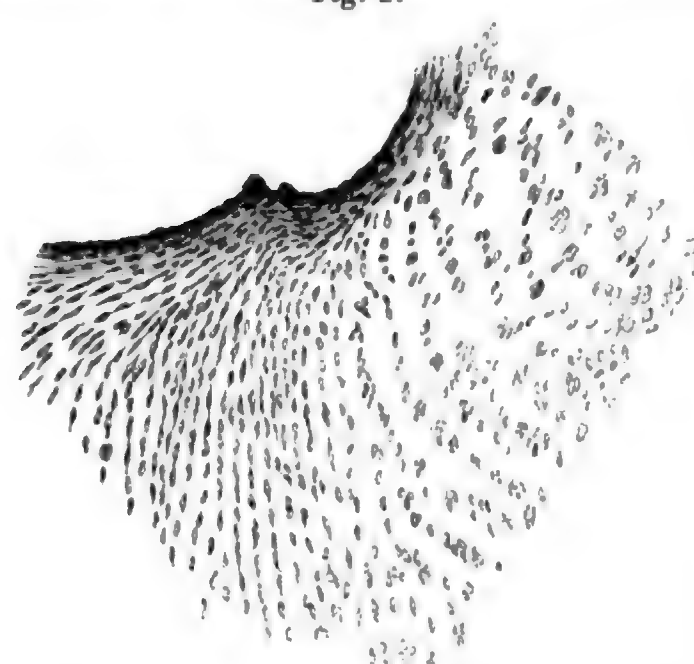
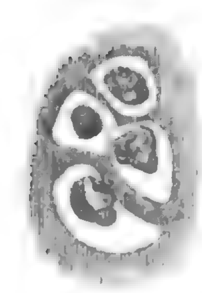


Fig. 2b.



Unter den wirbellosen Thieren haben nur die Cephalopoden in ihrem rudimentären Cranium und einige andere Mollusken an ihren Mundorganen wirklichen Knorpel[8]); sonst ist er auf die Wirbelthiere beschränkt. Der Molluskenknorpel weicht von dem der Wirbelthiere kaum irgend wie ab. An dem der Cephalopoden ist die Intercellularsubstanz sehr reichlich, während der der Gastropoden mehr an die *Chorda dorsalis* erinnert. In ersterem sind auch Blutgefässe nicht selten zu sehen.

8. Knochengewebe.

Es besteht dieses Gewebe aus einer Grundsubstanz, die durch Einlagerung von anorganischen Bestandtheilen hart und spröde geworden ist. Sie

8) s. *H. Lebert* und *Ch. Robin*, kurze Notiz über allgemeine vergleichende Anatomie niederer Thiere in Müller's Arch. 1846. p. 129. und *H. Lebert*, Beobachtungen über die Mundorgane einiger Gasteropoden. Ebendas. 1846. p. 435.

Fig. 2. Knorpel von dem rudimentären Cranium des *Octopus vulgaris*. a) bei mässiger Vergrösserung, um die Anordnung der Zellen in der hyalinen Grundsubstanz zu zeigen. b) 400mal vergr., vier einzelne Knorpelzellen, in Folge der Aufbewahrung in Weingeist collabiert, zwei jedoch noch mit deutlichem Kern.

ist matt, weisslich, granuliert, lamellös oder streifig. In ihr finden sich kleine runde oder ovale, platte Hölungen, die Knochenhölen, *lacunae ossium*, welche häufig noch einen Kern enthalten. Von ihrem Rande aus gehen zahlreiche feine Canälchen, die mit denen benachbarter Hölen communiciren oder in die im Knochen enthaltenen Gefässe, auch an der freien Oberfläche des Knochens münden.

Das Knochengewebe entwickelt sich stets durch Vermittelung von Zellen, die entweder in einer consistenten (Knorpel), oder weicheren (Bindegewebe, Fasersubstanz) Intercellularsubstanz eingebettet liegen. Dieselben, anfangs von der Grundsubstanz scharf abgegrenzt, bekommen entweder concentrische secundäre Ablagerungen auf ihre Membranen, oder die Membranen verdicken sich gleichmässig, lassen aber an gewissen Stellen Lücken, die bei zunehmender Dicke der Membran Canäle darstellen, die späteren Knochencanälchen (ganz nach Art der Porencanäle bei Pflanzen). Gleichzeitig mit der Verdickung der Membran findet die Ablagerung von Kalksalzen, kohlensaurer und besonders phosphorsaurer, statt.

Wirkliches Knochengewebe, das man mit Recht als weiter entwickeltes Binde- oder Knorpelgewebe betrachten kann, findet sich nur bei den Wirbelthieren, wo es, in der Form der Knochen zu besonderen Organen gestaltet, mit Hilfe anderer Gewebe die solide Stütze des Körpers, den passiven Bewegungsapparat und, durch Bildung von Hölen, Schutzorgane für die Centraltheile des vegetativen und animalen Systems darstellt. Wie das Ansehen des Knochengewebes schon beim Menschen einigen Veränderungen unterworfen ist, so variiert es in den einzelnen Wirbelthierclassen noch mehr. Doch lassen sich kaum charakteristische Verschiedenheiten für jede der fünf Wirbelthierclassen geben, zumal da die in das Knochengewebe eintretenden Gefässe mannigfache, jedoch mehr zufällige Verschiedenheiten bedingen. Es genüge hier zwei ziemlich extreme Fälle zu erwähnen. Bei manchen Fischen ist die Grundsubstanz fasrig, die Knochencanälchen parallel, die Knochenhölen nur vereinzelt noch vorhanden, so dass eine Art Faserknochen entstanden ist. Die Säugethiere haben dagegen ziemlich constant ovale, platte Knochenhölen, mit ramificirenden, communicirenden Canälchen, welche überdies meistens in regelmässige Lamellensysteme angeordnet sind. Zwischen diesen beiden Formen finden sich beinahe alle erdenklichen Übergänge. In Bezug auf die chemischen Verschiedenheiten verdient doch hier bemerkt zu werden, dass die Fische die grösste Menge organischer, die Vögel die grösste Menge anorganischer Sub-

Digitized by Google

stanz in ihren Knochen besitzen, was durch die Medien, in denen die Thiere zu leben bestimmt sind, und die Anforderungen, die die Mechanik der Bewegung an ihre Skelette deshalb stellt, hinlänglich erklärt wird.

B) **Zusammengesetzte Gewebe.** Gewebe, welche ausser eigenthümlichen Elementen noch einzelne oder mehrere der einfachen enthalten.

9. Muskelgewebe.

Die wesentlichsten Elemente dieses Gewebes sind in einfache oder zusammengesetzte Fasern verwandelte Zellen, die alle physiologisch darin übereinstimmen, dass sie sich auf einen ihnen von einem Nerven entweder direct oder durch Mittheilung zukommenden Reiz zusammenziehen, wodurch sie die activen Bewegungsorgane darstellen. Auch sind wol die meisten Arten chemisch mit einander sehr nahe verwandt. Morphologisch betrachtet zeigen sie folgende Formen:

α) einzellige	*β*) mehrzellige Fasern.
	Glatte Fasern:
contractile Faserzellen der Wirbelthiere	* ohne Fibrillen, Muskeln der Mollusken, Würmer, Radiaten,
	** mit Fibrillen, Herzmuskeln der Cephalophoren, Cephalopoden, Muskeln mancher Arthropoden.
	Quergestreifte Fasern:
Zellen im Endocard der Widerkäuer	* ohne Fibrillen, Muskeln einiger Würmer, Radiaten, der Salpen, vieler Arthropoden,
	** mit Fibrillen, Muskeln der Wirbelthiere und mancher Arthropoden.

Finden auch zwischen den hier übersichtlich dargestellten Formen mancherlei Übergänge statt, so sondern sich doch die glatten Muskelfaserzellen der Wirbelthiere ziemlich scharf von den übrigen. Es tritt hier der Unterschied um so schärfer hervor, als glatte Faserzellen und quergestreifte mehrzellige Fasern gleichzeitig bei diesen Thieren auftreten, ohne nur im Entferntesten einen Übergang der einen Form in die andere erkennen zu lassen.

Die einzelligen glatten Fasern, contractile Faserzellen *Kölliker's*, sind ausschliesslich auf die Wirbelthiere beschränkt. Sie stellen einfache Zellen dar, die in kürzere, breite, oder spindelförmige, oder sehr verlängerte platte Fasern ausgezogen sind. An ihnen lässt sich Membran und Inhalt nicht mehr unterscheiden, ihre Substanz

ist entweder ganz homogen oder matt granuliert, streifig, weich und enthält einen meist stäbchenförmigen Kern, der häufig zur Erkennung dieser Elemente sehr wesentlich dient. Sie werden durch eine mikroskopisch kaum nachzuweisende Bindesubstanz meist zu membranösen Lagen vereinigt, welche dann durch eine bindegewebige Umhüllung Nerven und Blutgefässe erhalten. Nur selten bilden sie eigentliche Muskeln. — Sie finden sich: in der Haut der Wirbelthiere, dem Darmkanal und seinen Anhangsgebilden (Drüsen u. s. w.), dem Gefässsystem, den Respirations- und Harnorganen, den Genitalorganen und den höheren Sinneswerkzeugen in verschiedenen, hier nicht näher zu erörternden Verbindungsweisen [9]).

Die wichtigste Beziehung, welche die mehrzelligen oder zusammengesetzten Muskelfasern morphologisch betrachtet erkennen lassen, ist ihre Entstehung aus einer Zellenreihe. Während nämlich im ersten Falle eine einzelne Zelle sich zu einer Faser verlängert, treten hier mehrere Zellen, welche reihenweise aneinanderstossen, zusammen und verschmelzen mit einander; die die einzelnen Zellenräume trennenden Scheidewände verschwinden und der contractile Inhalt fliesst zu einer Faser zusammen, welche die ursprünglichen Zellmembranen noch als äussere Hülle trägt. So wenigstens bei den Wirbelthieren; bei den wirbellosen ist es nicht immer möglich, Membran und Inhalt zu unterscheiden, die ganze Faser ist homogen und verräth ihre Entstehung nur durch die an ihrer Wand befindlichen Kerne [10]). Es findet sich jedoch noch ein wichtigerer Unterschied an diesen zusammengesetzten Fasern, welcher auf dem Inhalte beruht. Derselbe ist nämlich einmal entweder durchaus homogen (Mollusken u. s. w.), oder seine äussere Schicht beginnt eine feine Querstreifung zu zeigen, die sich dann auch auf die ganze Inhaltsmasse erstrecken kann. Dann ist derselbe meist (Wirbelthiere, Insekten) in noch feinere Fasern, Primitivfasern, Fibrillen, gespalten, welche den Querstreifen entsprechend varicös angeschwollen oder ebenfalls nur quergestreift oder glatt sind (manche Muskeln von Mol-

---

9) Da ich die quergestreiften Zellen aus dem Endocardium der Wiederkäuer nicht selbst untersucht habe, kann ich nur auf die Beschreibung verweisen, welche *Kölliker* (Handbuch p. 67) gibt.

10) Der Angabe *Remak's* (Müller's Arch. 1852. p. 53. Anm. 3), dass die Muskelprimitivbündel eine verlängerte Embryonalzelle darstelle, deren Kerne sich selbständig vermehren, muss ich widersprechen, indem ich die Entwickelung der Primitivbündel bis jetzt nicht anders sah, als sie *Kölliker*, *Leydig* u. a. beschreiben.

Digitized by Google

lusken und Arthropoden). — Zu dieser Classe gehören sämtliche Muskelfasern der wirbellosen Thiere, sie mögen quergestreift oder glatt sein, und die sogenannten willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere, welche, so wie die Muskelmasse der Herzen dieser Thiere, quergestreifte Fasern zeigen.

Ich habe schon oben angedeutet, dass ich die Fälle, wo sich bei Protozoen contractile Substanz faserartig angeordnet findet, nicht zu dem Vorkommen von Muskeln rechnen kann. Ist auch hier eine theilweise Differenzirung des Zelleninhaltes eingetreten, so ist dies doch noch keine histiologische Sonderung, wenn schon nicht zu verkennen ist, dass darin die erste Andeutung derselben liegt.

10. Nervengewebe.

Die wesentlichsten Elemente des Nervengewebes sind in allen Thierklassen, wo man es als ein histiologisch gesondertes Gewebe hat kennen lernen, dieselben: Nervenzellen und Nervenfasern. Zu beiden tritt dann noch Bindegewebe in verschiedener Form.

Die Nervenzellen oder Ganglienkugeln sind die wichtigsten Theile des Nervengewebes, da von ihnen aus wahrscheinlich die Nervenreizung ausgeht und in sie bei centrapetalen Reizen eintritt, während sich die Fasern nur passiv als Leiter verhalten. Es sind die Ganglienkugeln wahre Zellen. Sie besitzen eine, besonders in den Centralorganen sehr feine, Membran, die nur zuweilen beträchtliche Durchmesser erhält. Der Inhalt ist granuliert, zähflüssig, sehr oft ganz oder stellenweise pigmentiert, und enthält einen bläschenförmigen Kern mit einem häufig verhältnismässig grossen Kernkörperchen. Ihre Grösse schwankt sehr (z. B. 0,1‴ bei Cephalopoden, 0,002‴, die kleinsten vom Menschen), bei Wirbelthieren selbst innerhalb des Centralorganes einer Species. Ihre Form ist verschieden je nach den Verhältnissen, welche diese Zellen zu den Nervenfasern einnehmen. Es ist nämlich wahrscheinlich, dass alle Nervenfasern mit Ganglienzellen in Verbindung stehen, von ihnen entspringen, wie man sich ausdrückt. Sobald nur eine Faser von einer Zelle entspringt, wird die Membran der letzteren in die Scheide der Nervenfaser (s. unten) ausgezogen, die Zelle bleibt aber oval oder rund. Man nennt dann die Zelle unipolar[11]). Entspringen zwei Fasern von einer Zelle (bipolare Zelle) so behält auch hier die letztere ihre ursprüngliche Form, obgleich durch den Ort des Faserabganges die Zelle sich etwas anders gestalten kann[12]). Eigenthümlich wird die Form der Nerven-

11) *Kölliker*, Handb. d. Gewebel. Fig. 140. p. 272. Fig. 155. p. 314.
12) *Kölliker*, a. a. O. Fig. 158. p. 316, Fig. 148. p. 293.

Digitized by Google

zellen, wo mehrere Fasern von ihr abgehen, wodurch, wenn die Fasern abgerissen sind, die geschwänzten Zellen entstehen. Solche sternförmige, multipolare Zellen finden sich in den Centralorganen des Wirbelthiernervensystems[13]). Ihre geringe Grösse und die Feinheit ihrer Anhänge scheint zuweilen gegen einen Zusammenhang derselben mit Nervenfasern zu sprechen, obschon die letzteren auch von einer ausserordentlichen Feinheit vorkommen[14]). Beim Faserursprung setzt sich die Zellmembran in die primitive Nervenscheide, der Kern wahrscheinlich in die Axenfaser fort. — Während es bei Wirbelthieren verhältnismässig leicht ist, die Bedeutung dieser Zellenfortsätze zu erkennen, es auch auf der andern Seite nicht sehr schwer ist, den Faserursprung von Zellen bei den Wirbellosen nachzuweisen, so gibt es doch auch Zellen in den Centraltheilen des Nervensystems beider Abtheilungen des Thierreichs, von denen gewiss keine Fasern abgehen, welche aber gerade durch diesen Mangel eines Zusammenhangs mit Fasern zuweilen Zweifel über ihre nervöse Natur übrig lassen. Hierher gehören z. B. die dunkel granulierten Zellen aus den Ganglien der Cephalopoden (Fig. 3), welche mit Membran und Kern versehen eine unregelmässige, fast geschwänzte Form erkennen lassen, aber sicher nicht mit Nervenfasern in Verbindung stehen, während der Faserursprung an anderen, regelmässigeren Zellen bei diesen Thieren von mir beobachtet wurde. *Robin* und *Lebert* halten sie für Pigmentzellen. Sie finden sich unregelmässig zwischen den anderen Zellen der Ganglien zerstreut. In den Centraltheilen des Nervensystems wirbelloser Thiere werden die Ganglienzellen durch eine häufig kaum nachzuweisende, homogene Grundsubstanz verbunden; bei Wirbelthieren wird dieselbe feinkörnig, und es sind dann in ihr wol auch Elementarkörnchen und freie Kerne zu beobachten, an welche sich der Grösse nach die kleinsten Zellen selbst anschliessen. Vielleicht ist diese Masse als Intercellularsubstanz anzusehen.

Fig. 3.

Die Nervenfasern, auch Nervenröhren oder Nervenprimitivfasern, besitzen eine structurlose Hülle, primitive Nervenscheide, und einen verschiedentlich gestalteten Inhalt. Derselbe ist bei allen wirbellosen Thieren und an manchen Stellen bei den Wirbelthieren

13) *Kölliker*, a. a. O. Fig. 143. p. 278. Fig. 147. p. 289.

14) *Kölliker*, a. a. O. Fig. 142. p. 277.

Fig. 3. Geschwänzte Zellen aus dem vorderen Schlundganglion von *Loligo vulgaris*, 0,05^{mm} im Mittel gross.

Digitized by Google

homogen, elastisch und weich; bei den Wirbelthieren dagegen zerfällt er meistens in einen homogenen centralen Theil, der dem gesammten Inhalt der ersten Faserart entspricht und Axenfaser genannt wird, und eine diese letztere umgebende, vorzüglich aus Fett bestehende Schicht, die Markscheide, welche nach dem Tode gerinnt, krümlig wird und die doppelte Contouren dieser markhaltigen Fasern bewirkt. Die Nervenfasern verlaufen nicht alle isoliert von einem Punkte des Centrums zu einem Punkte der Peripherie, sondern viele theilen sich selbst mehrere Male gablig in zwei oder mehrere Aeste. Sie werden sämtlich dünner gegen die Peripherie, wobei die markhaltigen ihre Markscheide verlieren. Bei wirbellosen Thieren finden sich häufig Zellen in den Verlauf der peripherischen Nerven eingeschoben, welche ihrer Verbindung mit den Fasern wegen gewöhnlich für Ganglienzellen erklärt werden, denen sie auch morphologisch entsprechen. Da man jedoch mit dem Begriff dieser Zellen stets eine physiologische Bedeutung verbindet, die Function jener aber vorläufig noch gar nicht zu ermitteln ist, nimt man sie wol besser mit *Kölliker* für Reste der ursprünglichen Bildungszellen [15]). — Wie die Nervenfasern endigen, ist noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt. Verschiedene Endigungsweisen anzunehmen, scheint mir bedenklich. Sie wird bei allen Nervenfasern wenigstens analog sein. Da nämlich die centrifugal leitenden Nerven physikalische Vorgänge in dem Muskelgewebe auszulösen, die centripetalleitenden dagegen die specifischen Formen der Reize aufzunehen haben, so wird bei beiden die Möglichkeit elementar-physikalischer Vorgänge gefordert sein, die durch eine analoge Endigungsweise in den zwei Nervenfaserarten realisiert werden wird, wobei nur die Verbindungsweise mit den Parenchymtheilen verschieden zu sein braucht.

11. Drüsengewebe.

Allgemeiner morphologischer Charakter dieses Gewebes ist, dass es Hohlräume bildet, in welche von bestimmten Zellen Stoffe aus der allgemeinen Nährflüssigkeit des Körpers ab- oder ausgeschieden werden, welche entweder dem Körper noch von Bedeutung sein können, oder ganz aus demselben fortgeschafft werden. Ausserdem hat eine besondere Gruppe von Drüsen bei Wirbelthieren höchst wahrscheinlich die Aufgabe, ohne Bildung besonderer Se- oder Excretstoffe das

15) *M. Sigm. Schultze*, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. 1851. p. 23. Taf. I. Fig. 26 a. — *F. Leydig*, anat. Bemerk. über Carinaria u. s. w. in: Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 325. Taf. IX. Fig. 5. Dagegen: *Kölliker*, Handbuch a. a. O. p. 71.

sie durchströmende Blut oder die sie durchtränkende Flüssigkeit irgendwie zu modificiren. Hiermit ist eine Eintheilung der Drüsen gegeben in solche mit (perennirendem oder temporärem) Ausführungsgang und solche ohne denselben. Die ersteren nenne ich Epithelialdrüsen, die letzteren Folliculärdrüsen. Bei jenen ist das die Drüsenhohlräume auskleidende Epithel das wichtigste Gewebelement, bei letzteren lässt sich wenigstens die die geschlossenen Drüsenfollikel ausfüllende Zellenmasse nicht immer mit Sicherheit auf Epithelialgebilde zurückführen. Auf die Bedeutung, welche die den Drüsenhohlraum auskleidenden Zellen in Bezug auf die Secretion haben, hat besonders *H. Meckel* aufmerksam gemacht [16]), dann auch *Will* [17]). Wie bei anderen Epithelialbildungen scheint auch hier Zellenvermehrung durch Theilung sehr verbreitet vorzukommen, wobei dann die jüngeren Zellen allmählich die Secretionsstoffe aufnehmen. Diese treten dann entweder im Inhalte aufgelöst als Inhaltstheile auf, oder sie werden von besonderen, im Zelleninhalte nach Art einer endogenen Zellenbildung neugebildeten, jedoch kernlosen Bläschen aufgenommen, welche sich aber selbst wie eine Inhaltsportion verhalten, indem sie durch Bersten der eigentlichen Secretionszelle frei werden, worauf dann ihre eigene Membran gleichfalls schwindet, — oder endlich die Secretstoffe stellen Verwandlungsproducte des Kerns dar.

a) Die Epithelialdrüsen, die sogenannten ächten Drüsen zeigen, wie erwähnt, als constantesten Theil ein ihre Höle auskleidendes Epithelium, welches nach aussen meist von einer structurlosen, homogenen Membran, der *membrana propria*, zusammengehalten wird, oder welches als ein solides Zellennetz die Hauptmasse der Drüse selbst ausmacht. Stets wird diesen Zellen entweder direct oder durch bindegewebige Hüllen ein Capillarblutgefässnetz nahe gebracht, mit dem auch eine Anzahl Nervenfasern in die Drüse treten. Um das Fortschaffen der secernierten Stoffe zu bewirken, sind elastische oder selbst Muskelfasern entweder der Drüsensubstanz selbst oder deren Ausführungsgang beigegeben. Die in den Drüsenzellen (welche, wie oben angedeutet wurde, streng genommen nur eine Art des alle Hohlräume der Thierkörper auskleidenden Epithelium sind) gebildeten Stoffe sind entweder geformt (Nesselfäden, Samenkörperchen, auch krystallinisch, wie Harnsäure, Guanin) oder flüssig; sie ver-

16) Mikrographie der Drüsenapparate einiger niederer Thiere. Müllers Archiv 1846. p. 1.

17) Ueber die Secretion des thierischen Samens. Erlangen 1849. Über die Absonderung der Galle, ebendas. 1849. Über die Milchabsonderung, das. 1850.

Digitized by Google

lassen die Zellen entweder durch Bersten derselben (alle geformten und bei wirbellosen viele flüssigen Secretstoffe) oder durch Ablösen der ganzen Zellen (oder einer Hauptzelle; jenes z. B. bei den Hauttalgdrüsen der Wirbelthiere, dies bei den Ovarien), oder endlich durch ein Ausschwitzen durch die Zellenmembran, wie es bei den meisten, im normalen Zustande keine geformten Bestandtheile führenden Secreten der Fall ist. Höchst merkwürdig ist in diesem Falle das Auftreten einer aus Chitin bestehenden (structurlosen) Membran, welche bei vielen Drüsen der Arthropoden das Epithel nach dem Drüsenraume hin bedeckt. Mit Bezug auf die morphologische Anordnung der Drüsenelemente lassen sich folgende Hauptformen anführen:

1) Die ganze Drüse wird von einer einzigen Zelle gebildet, deren Membran sich entweder selbst in den Ausführungsgang verlängert, oder welche einzeln von einer besonderen *membrana propria* umgeben wird, die den Ausführungsgang bildet [18]). Es stehen diese Drüsenzellen etweder einzeln, oder es vereinigen sich mehrere zu einer grösseren Drüsse und werden dann von einer gemeinsamen *membrana propria* umgeben. (Viele Drüsen der Gliederthiere.)

Fig. 4a.

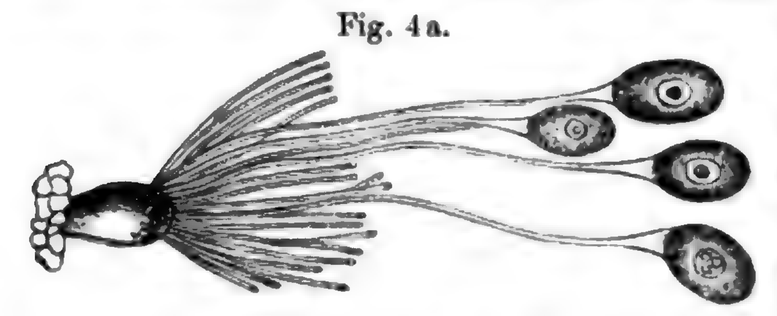


Fig. 4b.

2) Die Drüse stellt eine schlauchförmige Einstülpung der Hautfläche, auf welche das Secret ergossen wird, dar, wobei der Schlauch verschiedene Längen haben und sich an seinem blinden Ende in kurze Schläuche theilen kann. (Die meisten Darmepithelialdrüsen der Wirbelthiere, Hauttalgdrüsen derselben, sogenannte Schleimdrüsen der Haut der Mollusken.) Als Modification dieser Form ist die Büschelform der Drüsen zu betrachten, wo sich der nun zumAusführungsgang gewordene einfache Drüsenschlauch in mehrere, längere Schäuche theilt, welche den eigentlichen Secretionsherd darstellen (Speicheldrüsen vieler Insekten,

18) Diese von *H. Meckel* bei Arthropoden gefundene Form haben später *Leydig* bei Würmern und Crustaceen, *M. S. Schultze* bei Würmern, *Fr. Stein* (Vergleich. Anat. u. Physiol. d. Insekt. 1. Monographie: die weibl. Geschlechtsorg. d. Käfer. Berlin 1847. p. 104 u. a. O.) bei Insecten wiedergesehen.

Fig. 4. Einzellige Drüsen. a) Von der vorderen Speicheldrüse der Ameise, nach *H. Meckel*, b) vom Schlunde der Piscicola nach *Leydig*.

Digitized by Google

Geschlechtsdrüsen mehrerer Echinodermen und andere) und die Gefässform, wo der in seinem Längendurchmesser sehr vergrösserte Drüsenschlauch entweder blind endigt (Schweissdrüsen vieler Wirbelthiere) oder mit anderen anastomosiert (z. B. häufig in den Nieren der Insekten) oder durch zahlreiche Windungen ein parenchymatöses Organ bildet (Nieren und Hoden der höheren Wirbelthiere). An die Büschelform schliessen sich die eigentlichen Geschlechtsdrüsen vieler Mollusken und die Oesophagusdrüsen vieler Vögel, bei denen zahlreiche Drüsenschläuche einem mittleren gemeinschaftlichen Ausführungsgang ansitzen, welche jedoch alle ausser ihrer *membrana propria* von einer gleichfalls gemeinschaftlichen bindegewebigen Hülle umgeben werden[19]).

3) Die Oberfläche der weiteren Drüsenhohlräume werden durch Vorsprünge, die sich von ihr erheben, in kleinere oder grössere Zellen abgetheilt (Leber mancher Mollusken, Lungen der Amphibien), bis die Räume selbst endlich kleine Bläschen der *membrana propria* mit dem Drüsenepithel bilden, welche den feineren Ästen der Ausführungsgänge ansitzen, wodurch die traubenförmigen Drüsen entstehen (z. B. Lungen der Vögel und Säugethiere, Speicheldrüsen vieler Wirbelthiere u. s. w.).

4) Die Drüsensubstanz wird von einem soliden Zellennetze gebildet, in welches die nur bis zu einer bestimmten Strecke von einer *membrana propria* gebildeten Ausführungsgänge hineintreten (Leber der Säugethiere).

5) Der Drüsenhohlraum ist rings geschlossen, das Secret verlässt denselben durch eine durch Platzen gebildete Öffnung, die sich später wieder schliesst (Ovarien der Wirbelthiere).

b) Die Folliculärdrüsen oder Blutgefässdrüsen finden sich wie bemerkt nur bei den Wirbelthieren und stehen wahrscheinlich alle in einer Beziehung zum Leben des, hier die Bedeutung eines wirklichen Gewebes erlangenden Blutes. Ihr gemeinsamer morphologischer Charakter liegt darin, dass sie alle geschlossene Drüsenräume bilden, die niemals durch Dehiscenz oder dergl. ihren Inhalt entleeren. Diese sind entweder von einer besonderen *membrana propria* umgeben oder es sind Zellenmassen in Bindegewebelager eingebettet. In manchen (vielleicht in allen) dieser Follikel findet sich eine Gefässverbreitung, die das Blut in Berührung mit dem dieselben füllenden aus Zellen, Kernen und einer Flüssigkeit bestehenden Con-

---

19) Vergl. *Molin*, sugli stomachi degli uccelli (Denkschr. d. Wien. Akad. math. phys. Kl. Lavori degli scienz. stran. (Vol. III.) 1850. Tav. I. Fig. 4.

Digitized by Google

tentum bringen. Hierher gehören die Follikel des Darmkanals, der Hirnanhang, die Tonsillen, Thyreoidea, Milz, Nebennieren und (?) Thymus[20]), deren specielle Beschreibung später folgt.

Uebersicht der Organe.

§. 18.

Die im vorhergehenden übersichtlich dargestellten Gewebe des Thierkörpers wurden bestimmt als die durch gleiche Form und Zusammensetzung charakterisierten näheren Bestandtheile der Organe und Systeme. War es hier leicht, die functionelle Bedeutung der einzelnen Gewebe bei einer rein morphologischen Betrachtung fern zu halten, so ist dies schwerer bei der Definition eines Organes, als eines „Werkzeuges". Da jedoch die Formverhältnisse eines Organes wesentliche Bedingungen zum Zustandekommen seiner Function sind, so wird auch eine bestimmte Form und eine bestimmte Verbindung von Elementartheilen oder Geweben wesentlich für die Constitution eines Organes sein, so dass man dasselbe streng morphologisch charakterisiren kann. Es ist hiernach ein Organ eine Summe bestimmter Elementartheile oder Gewebe in constanter Verbindung und Form.

Wenn nun aber auch ein Organ eine bestimmte Function hat, so erhält diese doch nur sehr selten an und für sich, sonderen meistens erst durch ihre Verbindung mit andern ihre volle Bedeutung, obschon sie natürlich einen wesentlichen Factor in den grösseren Gruppen von Lebenserscheinungen darstellt. Wie daher die Organe functionell als Theile bestimmter grösserer Kreise erscheinen, so sind sie auch in Bezug auf ihre morphologische oder topographische Anordnung in der grossen Mehrzahl thierischer Formen mit anderen ihnen genetisch oder morphologisch verwandten Organen zu grösseren Systemen verbunden. Wie man aber in verschiedenen Systemen ähnliche oder selbst gleiche Organe finden zu können erwarten muss, insofern gewisse assistirende Functionen verschiedenen grösseren Functionsgruppen gemeinschaftlich eigen sein können, so wird auch ersichtlich, dass eine gesonderte Beschreibung der einzelnen Organe, welche schon dadurch mislich werden würde, dass sie häufig mit der des entsprechenden Gewebes zusammenfallen dürfte, nicht gut streng

20) Ob die Thymus mit Recht hierher gezählt wird, erscheint mir sehr bedenklich.

Digitized by Google

durchzuführen ist. Ich gebe daher hier nur eine Aufzählung der Hauptformen derselben[1]).

A) Einfache Organe.

Organe, welche von einem einzigen Gewebe gebildet werden oder andere Elemente nur mehr zufällig beigemengt enthalten.

1. Oberhautgebilde mit den hornigen Anhängen derselben.
2. Manche Formen von Nesselorganen.
3. Viele Hartgebilde wirbelloser Thiere, die sich einerseits den Chitin-führenden Geweben, andererseits dem Knorpel anschliessen.
4. Die Knorpel, welche sich von den sich aus ihnen entwickelnden Knochen durch Mangel an Gefässen und Nerven und der eigenthümlichen Marksubstanz unterscheiden.
5. Sehnen, Bänder und fibröse Häute bei Wirbelthieren.
6. Elastische Bänder, wie beim elastischen Gewebe beschrieben.

B) Zusammengesetzte Organe.

7. Gefässe des Blut-, Lymph-, Tracheen- und Wassergefässsystems.
8. Die einzelnen Theile des Nervensystems, Ganglien, Centraltheile und peripherische Nervenfasern.
9. Muskeln, welche ausser ihren eigenthümlichen Elementen, noch verschiedene Hüllen, Gefässe und Nerven erhalten.
10. Knochen und Zähne der Wirbelthiere.
11. Die verschiedenen Drüsen, Epithelial- wie Folliculärdrüsen.
12. Die einzelnen Theile des Respirationssystems der Wirbelthiere, wie Kehlkopf Trachea etc.
13. Die einzelnen Theile des Verdauungsapparates (mit Ausschluss der Drüsen).
14. Die Sinnesorgane, bei welchen allen ein Apparat zur Aufnahme der specifischen Formen der Reize und ein Nerv sich findet, welche aber häufig noch viele andere Gewebe und Organe in sich aufnehmen.

---

1) Die strenge Durchführung einer Classification ist hier noch weniger, als bei den Geweben möglich. Die hier gegebene Übersicht schliesst sich an die von *Kölliker* (Handb. p. 37) gegebene an.

Digitized by Google

Von den Systemen.

§. 19.

Es wurde bis jetzt gezeigt, wie die Zellen entweder durch Umwandlung ihrer ursprünglichen Form oder durch Verbindung mit anderen gleichartigen und ungleichartigen eine Reihe allmälig complexer werdender Gewebe und Organe darstellen, und zwar so, dass jeder sich über die einzellige Form erhebende Organismus eine solche, freilich zuweilen sehr beschränkte Reihe verschieden zusammengesetzter Theile besitzt. Die specielle Beschreibung der histiologischen Verhältnisse der verschiedenen Systeme bei den einzelnen Thierclassen zu liefern, ist Sache einer vergleichenden Histiologie, deren Umrisse ich nur zum allgemeinen Nachweise der Complication thierischen Baues hier habe geben können und wollen. Indem ich daher noch weitere Details eigenen auf diesen Punkt gerichteten Werken überlasse, will ich noch die hauptsächlichsten Formenverhältnisse der einzelnen Systeme in ihrer allmählichen Complication durch die Thierreihe darzulegen versuchen, wobei ich von der Haut, als dem das Individuum nach aussen abschliessenden Systeme, ausgehend, wie oben die Organsysteme zur Erhaltung der Art auf die zur Erhaltung des Individuum folgen lasse, um mit denen, welche die Beziehung zur Aussenwelt vermitteln, zu schliessen.

§. 20.

System der äusseren Haut.

Constituirende Elemente sind: Epithelialgewebe, mit allen Formen der diesen zuzuzählenden Chitin- und Horngebilden, und bei der Mehrzahl der Thiere das (leimgebende) Bindegewebe. Ersteres bildet die Oberhaut mit ihren Anhängen, letzteres die Lederhaut, Corium oder Cutis. Als accessorische, häufig in die Bildung der äusseren Haut eingehende Gewebe sind zu nennen: einfache und zusammengesetzte Muskelfasern, Epithelialdrüsengewebe, Fett, Nerven, Gefässe, dann bei Tunicaten Pflanzencellulose, bei Wirbelthieren Knochengewebe.

Was die Verbreitung des Chitin anlangt, so wurde es von *Odier*, *Lassaigne* und genauer von *C. Schmidt* bei sämtlichen Arthropoden nachgewiesen, dann in den Borsten vieler Annulaten, in der Haut einiger Helminthen, im Cocon des Blutegels und verwandter Formen. Nach *Leuckart's* und meinen eigenen Untersuchungen findet sich Chitin oder wenigstens ein demselben verwandter Körper bei Mollusken; in der

Digitized by Google

Rückenplatte der Loligineen[2]), in den Kiefern der Cephalopoden und anderer, in der innern Schale vieler **Mollusken**, bei Cymbulia in der glashellen Schale, im Byssus der Acephalen, bei den Brachiopoden in der Schale und den Cirren, im äusseren Skelet vieler Bryozoen; ferner bei den Polypen; hier bestehen die festen Theile der Hydroiden, sowohl der wirklichen Polypen als der polypenförmigen Acalephenammen, die Grundlage des Axenskelettes der Anthozoen meistens aus dieser Substanz. Die chitinisierten Gebilde sind meist undeutlich faserig, lamellös, selten zellig, obschon sie sich wahrscheinlich aus Zellen entwickeln, oder eine Art verhornter Zellen darstellen. Die wahrscheinlich überall bindegewebige Cutis scheint ihrer Mächtigkeit nach fast durchgängig in umgekehrtem Verhältnis zur Epidermis zu stehen. So ist sie bei den Arthropoden zu einer dünnen die Muskulatur mit derHornschale verbindenden Schicht reduciert, während sie bei den Mollusken, deren Epidermis nur wenigschichtig ist, an Stärke bedeutender ist. Meist liegen in ihr die Drüsen der Haut, wie auch die Anhangsgebilde der Epidermis häufig in ihr wurzeln. Sie ist auch die Trägerin der Hautmuskulatur, auf welche allein das active Bewegungssystem der wirbellosen Thiere (mit wenig später zu erwähnenden Ausnahmen) beschränkt ist.

Während bei den **Protozoen** die Zellmembran die Haut des Thieres darstellt, die nur in seltenen Fällen durch Verdickung oder dergl. eine stärkere Consistenz erhält, ganz oder nur stellenweise mit Wimperfäden besetzt ist, tritt schon bei den **Anthozoen** eine histiologische Sonderung in der Haut auf. Es findet sich hier eine scheinbar structurlose, selten undeutlich faserige Cutis, die nach aussen und nach innen von einem häufig flimmernden Epithel bedeckt wird. Das nach innen oder nach aussen abgesonderte Gerüst ist entweder hornig (chitinhaltig) oder kalkig, wo es entweder aus einer soliden Kalkmasse oder einzelnen verschieden geformten Kalkkörperchen gebildet wird. Zwischen den Epithelzellen sitzen häufig Nesselkapseln. — Die Hydroiden schliessen sich insofern an die, ihnen in so vieler Hinsicht nahe verwandten Acalephen, als bei ihnen eine eigentliche Cutis nicht nachzuweisen ist. Die Rindenschicht des Körpers zeigt nach aussen kernlose, nach innen gekernte, runde oder längliche, nicht überall gleich grosse Zellen mit einer äusserst geringen Menge Intercellularsubstanz. Auch hier finden sich häufig Nesselorgane und kleine Bläschen, die bei Reizung des Thieres einen kurzen starren Faden hervortreten lassen, sogenannte Greiforgane. Wo hier feste Theile auftreten, sind dieselben structurlos (chitinisiert?) und unlöslich in kochendem Kali. — Bei den **Acalephen** überzieht eine zarte Epidermis das aus polyëdrischen Zellen gebildete Körperparen-

2) Nach *Reichert* (Müll. Arch. 1852. p. 526) besteht dagegen der Calamus der Loligineen aus homogenen Bindegewebelamellen und gibt Leim.

Digitized by Google

chym. Sie trägt häufig Pigmentzellen, Wimpern (bei den Ctenophoren Reihen sehr langer Wimpern, die Schwingplättchen), Nesseln und Greiforgane, letztere in zuweilen eigenthümlicher Form.

Die **Echinodermen** besitzen eine aus faserigem Gewebe bestehende Cutis von einer (bei den weichhäutigen Formen) sehr derben Epidermis überzogen, deren Zellen jedoch nach aussen zu einem homogenen Häutchen verschmelzen (so beschreibt es wenigstens *Leydig* bei *Synapta digitata*[3])). Häufig sind in ihr Kalkkörperchen der verschiedensten Form abgelagert, die bei den Echiniden zu einem soliden Kalknetze sich vereinen. Flimmerbewegung findet sich nur an wenigen Stellen[4]). Dagegen trägt die Haut der Echinodermen Greif- und Bewegungswerkzeuge, die Pedicellarien und Ambulacren (von denen noch später die Rede sein wird).

Die Haut der **Würmer** weicht von den bisher betrachteten Formen dadurch ab, dass sich das Verhältnis der Zellenschicht zu der faserigen oder structurlosen Lage scheinbar umkehrt, wodurch sie sich an die Arthropoden anreihen. Die Oberhaut, welche bis jetzt aus deutlich zelligen Epithelialgebilden bestand, ist hier fast immer structurlos oder faserig[5]), und trägt nur bei Turbellarien Wimpern, während nach innen von derselben (bei den Annulaten wenigstens) eine mehr oder weniger dicke Zellenschicht folgt. Zuweilen kommen Pigmentzellen unter der Oberhaut vor; häufig aber rührt die Färbung von einer eigenthümlichen Faserung des Coriums, wodurch auch Iridescenz hervorgerufen wird. Nessel- und Greiforgane finden sich bei Planarien und ähnliche an den Tentakeln mancher Würmer. Bei manchen Helminthen weicht der Bau der Haut insofern noch mehr von dem gewöhnlichen ab, als hier keine Epidermis von einem Corium unterschieden werden kann. Die äusseren die Epidermis darstellenden Schichten sind zuweilen faserig, zuweilen homogen, und

---

3) Müll. Arch. 1852. p. 508.

4) An der die Stacheln des *Echinus lividus* (nach *Ehrenberg* und *J. Müller*), *sphaera* u. *Flemmingii*, des *Echinocyamus pusillus* (an letzteren von mir gesehen) überziehenden zarten Oberhaut und an den Borsten der Semitae von *Schizaster canaliferus Ag.* s. *J. Müller* in: Müll. Arch. 1853. p. 1.

5) Zellen in der Epidermis sind unter den Würmern nur von *Frey* und *Leuckart* bei den Gordiaceen (Lehrbuch der Zootomie p. 270) beschrieben. Dass sich die Haut der Rotiferen der oben gegebenen Beschreibung anschliesst, weisen *Leydig's* Untersuchungen an *Lacinularia socialis* (Zeitschr. f. wiss. Zool. III, p. 452) nach. Dass die flimmernde Haut der Turbellarien ebenfalls keine Zellen erkennen lässt, hat *M. Sigm. Schultze* (a. a. O. p. 8) gezeigt in Übereinstimmung mit *Quatrefages*. Jedoch scheint sie bei letzteren sich aus Zellen zu entwickeln. s. *J. Müller* in Müller's Archiv 1850. p. 492. Taf. XIII. Fig. 25.

Digitized by Google

bedecken in manchen Fällen eine „dem geronnenen Eiweiss nicht unähnliche" Substanz, auf welche dann in manchen Fällen deutliche Faserschichten folgen[6]).

Bei den **Arthropoden** zeigt sich die Haut stets aus mehreren, zuweilen faserigen, zuweilen maschigen oder scheinbar structurlosen Schichten zusammengesetzt, die nur in wenig Fällen nach aussen von einer deutlichen Lage abgeplatteter Zellen bedeckt werden. Sie zeigen manchmal Lücken oder Canäle, die sie in verschiedenen Richtungen durchsetzen, zuweilen scheinen sie aus glashellen Stäbchen zu bestehen (Hirschkäfer nach *H. Meyer*). Ihre Consistenz ist verschieden, bei den Crustaceen, leder- oder hornartig oder kalkig, brüchig, bei den Arachniden lederartig, bei den Insecten meistens hornartig. Ueberall besteht die Haut aus Chitin, trägt nie Wimpern, aber häufig Haare, Borsten, Stacheln, die zuweilen mit Absonderungsorganen in Verbindung stehen, deren zelliger Bau jedoch noch nicht erkannt wurde. Sie bildet das Skelet dieser Thiere, dessen Anordnung später betrachtet wird. Zuweilen findet sich unter der äussersten Schicht eine Lage Pigmentkörner. Nach innen liegt in der Mehrzahl eine aus nicht verhornten Zellen gebildete Schicht, von der bei der Häutung der Arthropoden die Neubildung der Haut auszugehen scheint.

Unter den **Mollusken** sind die Tunicaten ihres aus Pflanzencellulose bestehenden Mantels wegen merkwürdig, welche, selbst structurlos oder feinstreifig, proteinhaltige Gebilde, Kerne, Körner, oder wirkliche Zellen einschliesst. In den letzteren findet sich häufig Pigment, und Kalk in Krystallen. Die Anordnung dieser verschiedenen Theile ist in den verschiedenen Arten und Gattungen sehr verschieden[7]). Ein Epithel findet sich nur nach der Leibeshöle hin; über demselben verlaufen die Muskelfasern des Mantels. Die Haut (Mantel) der Bivalven besteht aus einem faserig-streifigen Bindegewebe, enthält glatte Muskelfasern, und ist von einem Epithel überzogen, welches sich von der Schalenmuskelinsertion aus über die beiden Schalen selbst fortsetzt. Diese letzteren sind scheinbar Secretionsgebilde, indem sie aus einer amorphen, innen vielfach gefalteten, in Lamellen

---

6) s. *v. Siebold*, Lehrb. p. 114 u. 115 Anm. 4. und *Joh. Czermák*, über den Bau u. das optische Verhalten der Haut von *Ascaris lumbricoides*. Sitzungsber. d. mathem. naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. IX, p. 755. Letzterer hat gefunden, dass die Haut von Ascaris doppelt brechend ist und sich in polarisiertem Lichte wie dünne Gypsblättchen verhält.

7) s. *Kölliker* in: Annal. d. sc. natur. III. Sér. Zool. T. V. p. 198. P. 5. 6. 7. und *v. Siebold's* Lehrbuch der vergl. Anat. p. 238. Anm. 4.

Digitized by Google

angeordneten organischen Grundsubstanz, die dicht mit kohlensaurem Kalk imprägniert ist, bestehen. Nach aussen findet sich eine faserige Schicht aus prismatischen Kalkfasern zusammengesetzt, welche wahrscheinlich verkalkte Epithelzellen darstellen [8]). Das Corium der Cephalophoren besteht aus häufig deutlich faserigem Bindegewebe, enthält Pigmentzellen oder -Haufen und wird von einem bei Wassergastropoden überall, bei Landgastropoden nur an der Sohlenfläche flimmernden Epithel bekleidet, dessen Zellen meist etwas länger als breit sind. Der Mantel sondert häufig eine äussere (Kalk-) seltener eine innere (Chitin-) Schale ab, welche aus einer structurlosen dicht gefalteten, schichtenweise abgesonderten organischen Substanz mit Kalk dicht imprägniert besteht. Am Mantelsaum finden sich hierzu Epithelial-Drüsenschläuche mit kalk- und pigmenthaltigen Zellen. Zuweilen ist die Schale mit einer Epidermis überzogen. Wird dieselbe nur während des Winterschlafes durch ein Operculum (caducum) geschlossen, so ist dies structurlos. Der Mantel der Cephalopoden besitzt ein theilweise aus fibrillärem Bindegewebe bestehendes Corium mit beiläufig 0,0012''' breiten geschwungenen Fasern, die nach Essigsäure einen länglichen Kern (von 0,0024''' Länge) erkennen lassen. Daneben findet sich jedoch eine körnige sonst structurlose Masse, in welcher nach Essigsäurezusatz ebenfalls viele Kerne sichtbar werden (Reichert'sches Bindegewebe). Ausserdem enthält das Corium Nerven, Gefässe und viele contractile Elemente, auf deren Thätigkeit das eigenthümliche Farbenspiel dieser Thiere beruht. Nach aussen bedeckt eine mehrschichtige aus abgeplatteten Zellen gebildete Epidermis die Cutis. Zuweilen wird eine Schale gebildet, bei Argonauta und den Nautilinen nach aussen, bei den Loligineen nach innen. Erstere besteht aus zwei Schichten amorpher organischer Substanz, die mit Kalk dicht imprägniert ist, letztere ist entweder chitin- oder kalkhaltig. In ersterem Falle ist sie structurlos (wie es scheint), in letzterem besteht sie aus dünnen porösen Lamellen, die mit Schichten senkrecht stehender Kalksäulchen (verkalkter Bildungszellen?) abwechseln [9]).

Die Haut der **Wirbelthiere** besteht allgemein aus einer gefäss- und nervenreichen, bindegewebigen Lederhaut, Corium, und einer diese bedeckenden Oberhaut, Epidermis. Hinsichtlich des Verhaltens die-

---

8) Nach Art des Schmelzes. Vergl. besonders *Charpentier*, Ann. of nat. hist. Vol. XII. p. 377. Pl. 12. 13.

9) Vergl. über die Rückenplatte der Loligineen die Angabe von *Reichert*, a. a. O.

Digitized by Google

ser beiden constituirenden Theile kommen nicht bloss je nach den Classen, sondern selbst innerhalb derselben zahlreiche Verschiedenheiten vor, was nicht nur für die mannigfachen Formen der als Horngebilde auftretenden Epidermoidalanhänge gilt, sondern auch für die eigentliche Cutis. Was nun zunächst diese, das bindewebige Corium betrift, so besteht es überall aus deutlich fibrillärem Bindewebe von der oben p. 97 bezeichneten Art, dem feine elastische Elemente, Pigment und Fett, Nerven und Gefässe beigegeben sind. Die Fibrillen desselben sind bei Säugethieren, Vögeln und Reptilien vielfach verschlungen und durch einander verflochten, dagegen in den tieferen Schichten der Reptilien- und Amphibienhaut[10]) und in dem Corium der Fische regelmässiger in sich kreuzende, aus parallelen, von feinen elastischen Fasern umsponnenen Bündeln bestehende Schichten geordnet. Überall ist das Corium der Träger der zuweilen sehr zahlreichen Gefässe und der Nerven, deren Primitivfasern sich hier oft theilen und sehr häufig in den Papillen oder sogenannten Gefühlswärzchen in eigenthümliche Organe eintreten, welche vielleicht Sinnesorgane darstellen, die Tastkörperchen[11]). Die Papillen, die in allen Wirbelthierclassen nachgewiesen sind, bestehen, wie das Corium, von welchem sie Verlängerungen bilden, aus Bindegewebe, welches auch hier zum Theil in Fibrillenbündel geordnet, zum Theil undeutlich streifig ist. In dieselben tritt eine Capillarschlinge oder ein Nervenästchen, oder beides ein. Die Structur der Tastkörperchen ist noch nicht vollständig bekannt. Nach den neuesten Untersuchungen von *G. Meissner* (a. a. O.), welche sich zu bestätigen scheinen, stellen sie in der Spitze der Papille gelegene, dieselbe ganz einnehmende Bläschen dar, in welche eine Nervenfaser eintritt, um sich darin zu theilen, spiralig an der Wand zu verlaufen, und wahrscheinlich darin zu enden. Sie finden sich vorzüglich beim Menschen an der Hand und dem Fusse, den Lippen, Zunge u. a. a. O., bei Säugethieren sparsamer an den Fusssohlen. Bei den übrigen Wirbelthieren scheinen sie nur selten vorzukommen[12]). Die untere Fläche

---

10) s. *Hnr. Rathke*, Über die Beschaffenheit der Lederhaut bei Amphibien und Fischen. Müllers Archiv 1847. p. 338. *Joh. N. Czermák*, Über die Hautnerven des Frosches. Ibid. 1849. p. 252. *Leydig*, Über die Haut einiger Süsswasserfische. Zeitschr. f. wiss. Zool. III, p. 3.

11) s. oben p. 64.

12) s. d. angeführte Beobachtung von *Berlin* a. a. O. Vielleicht gehören die becherförmigen Organe vieler Fische hierher, die *Leydig* a. a. O. beschrieben und Taf. 1. Fig. 2 abgebildet hat.

Digitized by Google

der Lederhaut ist entweder durch lockeres areoläres Bindegewebe an die darunter liegenden Organe geheftet, in welches häufig viele Fettzellen eintreten, oder es treten grosse Lymphräume dazwischen, so dass das Corium nach innen einen serösen mit Pflasterzellen bekleideten Überzug erhält. Bei Fischen findet sich hier oft eine silberglänzende Schicht aus krystallinischen Plättchen besonders an der unteren Fläche der Schuppen. — Häufig bilden sich in der Lederhaut Concretionen und wirkliche Knochen; zu den ersten gehören die Schuppen der Fische (mit Ausnahme der Ganoid- und Placoidschuppen), welche durch Verschmelzung geschichteter Concretionen entstehen, zu den letzteren die Ganoid- und Placoidschuppen, die Platten in der Lederhaut der Saurier, gewisse Elemente des Schildkrötenpanzers, die Hautknochen der Gürtelthiere. Alle diese Theile liegen in besonderen taschenförmigen Erweiterungen der Cutis und zeigen die letzteren wirkliche Knochenhölen, die aber allerdings bisweilen bis zum Verschwinden klein werden, während die Schuppen nur selten solche erkennen lassen, dagegen meist homogen geschichtet erscheinen und nur an ihrer unteren Fläche körnige Concretionen besitzen, die das Aussehen von Zellen simuliren [13]). — In der Lederhaut finden sich ferner noch die mancherlei drüsigen Anhänge der Haut, welche stets Epithelialdrüsenbildungen darstellen und entweder Schlauch-, Trauben- oder Gefässform besitzen. Hierher Schleim-Talg-, Schweissdrüsen und mehrere besondere Absonderungsorgane bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren, deren histiologisches Verhalten sich ganz an die erwähnten anschliesst. Den Fischen eigenthümlich ist der Apparat der sogenannten Schleimcanäle, der aber, wie *Leydig* [14]) gezeigt hat, keinen Schleim absondert, sondern sich durch die in demselben auftretenden Nervenknäuel an die Sinnesorgane anreiht. Es wird dieses unter der Haut gelegene verzweigte Röhrensystem, das sich mit mehreren Öffnungen nach aussen mündet und von innen her Nervenstämmchen erhält, welche Nervenknäuel bilden, häufig von eigenthümlichen Knochen der Haut getragen, welche sich von innen an die Schuppen (vorzüglich der Seitenlinie) anlehnen. — Häufig finden sich auch contractile Elemente in der Lederhaut, einfache und zusammengesetzte Muskelfasern, erstere bei Vögeln und Säugethieren an den Bälgen der Haare und Federn, letztere als Elemente der Hautmuskeln, welche hier gegen die ungleich entwickelteren Skeletmuskeln sehr zurücktreten. — Was die Ober-

---

13) s. *Leydig*, a. a. O. p. 170.
14) *Müller's* Archiv 1850. p. 170.

Digitized by Google

haut anlangt, so bewahrt sie auch hier überall ihre ursprüngliche zellige Zusammensetzung. Meistens mehrschichtig überzieht sie das Corium und dessen Erhabenheiten und Vertiefungen. Bei Fischen bildet sie den schleimigen Überzug des Körpers theils durch den Umstand, dass ihre Zellen nie in der Weise verhornen wie bei den übrigen Wirbelthierclassen, theils durch Vergrösserung einzelner zu grösseren, sogenannten Schleimzellen, welche ihren Inhalt durch Bersten entleeren. Bei den übrigen Wirbelthieren sondert sich die Oberhaut in eine tiefere, nicht verhornte Schicht, deren Zellen weich bleiben und ihren Kern behalten (*Malpighi*'sche Schleimschicht) und in eine oberflächliche stärker verhornte, deren Zellen meist kernlos werden (eigentliche Hornschicht). Die tiefsten Zellen der ersteren tragen häufig Pigment, bei behaarten oder befiederten Thieren jedoch nur an nackten Stellen; ausserdem treten auch besondere Pigmentzellen auf. Den drei höheren Classen eigenthümlich und charakteristisch sind besondere Horngebilde, den Reptilien Schuppen, den Vögeln Federn, den Säugethieren Haare. Alle diese Theile bestehen aus stärker oder schwächer verhornten, häufig zu Plättchen verwandelten Zellen, in denen sich der Kern erhält oder schwindet, und welche sich in mannigfacher Weise mit einander verbindend die verschiedenen Hüllen und Lagen bilden, die man in diesen Theilen findet. Die Horngebilde selbst werden von der Cutis in besonderen Vertiefungen getragen, die sich zuweilen selbst über die innere Oberfläche der Lederhaut fortsetzen; aber auch hier behalten sie stets ihre zellige, epitheliale Zusammensetzung. Es gehören ferner die beim Horngewebe angeführten Formen, die Nägel, Hörner etc. hierher.

§. 21.

Darmsystem.

Es zerfällt dasselbe in die eigentliche verdauende Höle, Magen und Darm, in die bei der Nahrungsaufnahme und Vorbereitung thätigen Organe und in die bei der Verdauung selbst assistirenden Theile. Der morphologischen Zusammensetzung dieser verschiedenen Theile wurde schon oben gedacht; es sei noch erwähnt, dass zunächst die Leibeshöle selbst verdauende Höle wird, dass dann ein von derselben getrennter Darm auftritt, an dem man dann allmählich Mundhöle, Speiseröhre, Magen und Darm unterscheidet. Zu den bei der Nahrungsaufnahme thätigen Gebilden ist einmal ein muskulöser Mundsaum zu zählen, dann in der Mundhöle auftretende feste Theile, Kiefer und Zähne, oder an der Mund-

Digitized by Google

öffnung angebrachte Greifwerkzeuge, Kiefern und Kieferfüsse (der Arthropoden); vorbereitend zur Verdauung oder nur die Ingestion erleichternd wirken die Speicheldrüsen; endlich assistiren bei der Verdauung die Anhangsdrüsen des Darms, am verbreitetsten die Leber, und, wenn man den Begrif der Verdauung auch auf die durch dieselbe bedingte Entwickelung und Umwandlung des Blutes ausdehnt, die accessorischen Folliculärdrüsen der Wirbelthiere, Darmfollikel, und die Milz. — Die Zahl der die verschiedenen Theile dieses Systems constituirenden Gewebe steigt mit der complexer werdenden Organisation. Auch hier ist das Bindegewebe, wo es als solches morphologisch nachweisbar ist, das Form gebende und ist dasselbe als directe Fortsetzung der Cutis zu betrachten, ebenso wie das die Hohlräume dieses Systems auskleidende Epithel Fortsetzung der Epidermis ist, dessen innerste Lage bei den Arthropoden auch hier häufig chitinisiert. Ausser diesen beiden, hier wie in der äusseren Haut wichtigsten Geweben treten noch verschieden nach den Theilen, Gefässe, Nerven, Glashäute, Drüsenelemente in zuweilen eigenthümlicher Form hinzu, ebenso als ein sehr constantes Gewebe das Muskelgewebe, und zwar sowol als einfache wie als zusammengesetzte Fasern.

Bei den **Protozoen** ist insofern von keinem Darmsysteme zu reden, als hier überhaupt noch keine histiologische Sonderung in dem Körperparenchym eingetreten ist. Die Nahrung wird hier entweder durch Auseinanderweichen der halbfesten Körpersubstanz oder durch einen kurzen von einer Einstülpung der Zellmembran gebildeten Oesophagus in die Körpermasse aufgenommen, dort durch Berührung mit derselben verdaut, d. h. das zu assilimirende verarbeitet und sie endlich auf analoge Weise wieder aus dem Körper entfernt. Die Mundöffnung ist häufig mit wimper- oder borstenartigen Fangorganen umstellt, die entweder nur durch den im Wasser erregten Strudel dem Munde Nahrung zuführen, oder selbst contractil dieselbe ergreifen.

Die histiologischen Verhältnisse des Magenschlauches der **Polypen** kennt man nur zum Theil. Eine homogene oder leicht streifige, vielleicht dem Bindegewebe verwandte Substanz bildet die Grundlage. Das Epithel, welches sich aus dem Magen in die Leibeshöle fortsetzt, flimmert häufig. In seinen Zellen bildet es sowol die, zuweilen sehr kräftig lösende, Verdauungsflüssigkeit, wie auch die Galle; die Leberzellen sind meist in besonderen Streifen angeordnet, selten gleichmässig über die Höle vertheilt. Die Mundöffnung ist mit einer kreisförmigen Muskelfaserlage umgeben, deren Elemente zuweilen sehr undeutlich werden. Vorbereitende Organe fehlen. Der

Digitized by Google

bei Polypencolonien den ganzen Stamm durchziehende Canal, in dem die allgemeine Nährflüssigkeit sich bewegt, zeigt muskulöse Elemente in seinen Wänden, nach innen ein meist flimmerndes Epithel. Die **Medusen** schliessen sich in Bezug auf die Structur ihres Darmsystems eng an die Polypen, besonders in ihren Hydroiden Ammen. Auch hier fehlen assistirende und vorbereitende Organe. Dagegen finden sich hier gleichfalls der Leibeshölenwand ansitzende Leberzellen. Eigenthümlich ist die Anordnung der Leber bei Velella und Porpita, wo dieselbe eine allen Einzelthieren gemeinsam angehörige aus radiären mit Leberzellen besetzten Canälen bestehende Masse darstellt[1]).

Der von der Leibeshöle getrennte Darm der **Echinodermen** ist mit einem sehr zarten (bindegewebigen?) Mesenterium in der Leibeshöle aufgehangen, in welchem die Gefässe verlaufen und zuweilen noch Muskelfasern enthalten sind[2]). Greiforgane sind die nicht bloss auf die Nähe der Mundöffnung beschränkten Pedicellarien (bei den Actinozoen), welche gestielte oder ungestielte Kalkzängelchen darstellen, deren Arme durch ein contractiles Gewebe an ihrer Basis (Fasern?) gegen einander bewegt werden; ihre Oberfläche ist, wenigstens am Stiele mit Flimmerepithelium überzogen. Die bei einigen Formen vorhandenen Kauwerkzeuge bestehen, wie die Schale des Echinus, aus einem dichten Kalknetze mit sehr wenig organischer Bindesubstanz. In ihrer ausgebildetsten Form finden sich besondere Muskelbündel zwischen den einzelnen Theilen zum Behufe des Kauens (so besonders an dem unter dem Namen der Laterne des Aristoteles bekannten Kaugerüst des Echinus). Speichelorgane haben nicht nachgewiesen werden können. Der Darm sslbst hat eine leicht faserige (bindegewebige?) Grundlage häufig mit contractilen Elementen, welche nach der Leibeshöle mit einem Flimmerepithel bekleidet ist. Eben so flimmert vielleicht bei allen wenigstens ein grosser Theil des eigentlichen Darmepithels. In diesem sind auch hier an bestimmten Stellen Galle in ihrem Inneren bereitende Zellen nachgewiesen worden, welche zuweilen (Asteriden) an bestimmte blinde Anhänge des Darmrohrs gewiesen sind (erste Andeutung einer vom Darm getrennten Leber?).

Der Darm der **Würmer** ist meist sehr dünnhäutig und besteht im Allgemeinen aus einer in verschiedener Weise mit Muskelfasern belegten structurlosen Haut, dem nach innen die Drüsenzellenschicht

---

1) s. *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 313.

2) s. *Joh. Müller* in Müll. Arch. 1852. p. 1. und *Leydig* ebend. p. 511, beide von *Synapta digitata*.

Digitized by Google

und die bei Annulaten und einigen Apoden flimmernden Epithelzellen aufsitzen. Bei den rhabdocoelen Strudelwürmern fehlt nach *M. Schultze*[3]) die faserige Haut, und der ganze Darm besteht nur aus den Zellen, die sich nach *O. Schmidt* zuweilen als zusammenhängende Schicht isoliren lassen. In andern Fällen hängt er so dicht mit dem Körperparenchym zusammen, dass er sich nur schwer isoliren lässt, oder er ist durch muskulöse Scheidewände in der Leibeshöle befestigt. Als vorbereitende Organe findet sich einmal häufig ein muskulöser Schlund, dann zahlreiche hornige Epithelialgebilde, welche meist aus Chitin bestehen, die Kiefer. Als Speicheldrüsen deutet *v. Siebold* die zelligen Massen, welche sich am Anfange des Schlundes vieler Trematoden, Nematoden und einiger Hirudineen finden, an welchen Stellen von *Leydig* u. *M. S. Schultze* einzellige Drüsen gefunden sind.[4]) Die übrigen als Speicheldrüsen oder Pancreas gedeuteten Drüsen bedürfen alle noch einer genaueren Untersuchung. Die Leber existiert noch nicht als ein besonderes parenchymatöses Organ; die Galle wird von Zellen ausgeschieden, welche sich an gewissen Stellen des Darms zwischen den übrigen Epithelzellen finden oder als ein Epithelüberzug kleine blinde zuweilen traubig endende Ausstülpungen der Darmwände auskleiden. Diese letzteren stehen entweder vereinzelt oder zu einer Drüsenschicht dicht um den Darm verbunden (Chätopoden, viele Hirudineen etc.).

Der feinere Bau des Darmes und dessen Anhangsgebilden ist in der Abtheilung der **Arthropoden** verhältnismässig geringen Abweichungen unterworfen. Der eigentliche Darm lässt im allgemeinen drei oder fünf Schichten erkennen[5]), welche jedoch nicht an allen Stellen desselben und in allen Ordnungen nachzuweisen sind. Zunächst nach aussen umgibt ein zartes, structurloses Häutchen, die Peritonealhaut, den Darm, doch nicht vollständig und nicht überall[6]). Auf diese folgt eine verschieden mächtige, häufig nicht als eine besondere Schicht darzustellende Muskelfaserlage, welche in der Regel quergestreifte Fasern enthält (die meisten Insekten, viele Arachniden u. Crustaceen), zuweilen jedoch auch glatte (kleine saugende Insekten nach *Frey* und *Leuckart*, Crangon, Mysis, Balanus). Nur selten fehlt sie ganz (Coccus, Lernaea). Die morphologisch wichtigste und constanteste Haut

3) a. a. O. p. 28.

4) a. a. O.

5) S. besonders *Frey* und *Leuckart*, Lehrbuch etc. p. 61 und 210.

6) *Fr. Stein* (vergl. Anatomie u. Physiol. der Insekten. 1. Monogr. Berlin 1847. p. 44.) bezweifelt seine Existenz.

Digitized by Google

ist die *membrana propria*, eine structurlose, zum Theil chitinhaltige, meist glashelle oder feinstreifige Membran, welcher aussen die Muskelfasern anliegen und welche durch nach innen oder aussen gerichtete Fortsätze die Unebenheiten des Darmes bedingt. Sie stülpt sich zuweilen zwischen die Muskelfasern aus, zuweilen bildet sie durch nach innen gerichtete Falten rundliche Räume, in denen die Zellen der nächsten Schicht besonders angehäuft liegen. Sind (wie bei manchen Crustaceen) im Magen besondere Skelettheile entwickelt, so betheiligt sich diese Haut dabei. Die verdauende Kraft des Darmes beruht auf der nach innen von der *membrana propria* gelegnen Zellenschicht. Die Zellen derselben, von denen die Absonderung der verschiednen Verdauungsflüssigkeiten ausgeht, sind in Bezug auf Grösse und Anordnung etwas verschieden. Wo eine vom Darm getrennte Leber fehlt (Insekten, Tardigraden, Acarinen, Myriapoden und andere Crustaceen), übernimt diese Zellenschicht, wie bei den Würmern die Funktion der Gallenbereitung indem sich die Zellen, meist im Magen oder dessen Nähe durch ihren fettigen und häufig pigmentierten Inhalt als Leberzellen ausweisen. Bedeckt wird diese Lage nach innen entweder von einer aus kleinen Epithelzellen bestehenden Schicht oder von einer structurlosen aus Chitin bestehenden zarten tunica intima, welche jedoch häufig (im Chylusmagen der Insekten, bei den Myriapoden, Lophyropoden) fehlt[7]). Sie bildet verschiedene Vorsprünge, Falten, das Gerüst der Magenzähne bei Krebsen und trägt häufig Haare, Borsten etc. Zur Nahrungsaufnahme und Zerkleinerung (oder zum Saugen) dienen hier nach dem Typus der Gliederfüsse gebaute Anhänge der vorderen Körpersegmente. Den morphologischen Träger der Geschmacksempfindungen, welche den Arthropoden wol kaum fehlen, kennt man wenig. Die stärker verhornte Beschaffenheit der sogenannten Zunge lässt eine Deutung derselben in diesem Sinne nicht zu. Speicheldrüsen sind den Insekten und (wenn man Drüsen, die sich in den Mund oder Oesophagus münden, hierher rechnen will) Arachniden ziemlich allgemein eigen, obschon sie einigen, wie manchen Hemipteren u. a. fehlen. Unter den Crustaceen besitzen sie nur die Myriapoden und Cirripedien. Sie stellen entweder traubenförmige oder gefässartige Drüsen dar, oder es sind eine Menge Zellen von einer *membrana propria* umgeben, die den Ausführungsgang bildet, oder endlich es sind einzellige Drüsen, wie sie *H. Meckel* bei der Fliege beschrieben hat[8]). Die Leber zeigt

7) Weil hier das Verhornen und Verschmelzen der Epithelzellen deren vegetative Functionsfähigkeit aufheben würde.

8) a. a. O.

bei den Arthropoden eine grosse Mannichfaltigkeit der Form; ihre Structur ist jedoch sehr übereinstimmend. Von der Galle secernirenden Epithelialschicht der Insekten, der Myriapoden, Acarinen u. s. w. ist der Uebergang zu einer wirklichen parenchymatösen Leber durch die Leberblindsäckchen der Würmer gegeben. Wie hier die structurlose *membrana propria* des Darmes das Gerüst bildet, dem die Leberzellen aufsitzen, so besitzt auch die so verschieden gestaltete Leber der höhern Crustaceen eine *membrana propria* welche einfache oder vielfach ästig getheilte Schläuche bildet; dieser sitzen innen dieselben Leberzellen auf, während nach aussen Muskelfasern häufig zu ihrer Verstärkung auftreten. — Seiner Verbindung wegen ist hier noch des kalkabsondernden Apparates der Astacinen zu gedenken. Zwei seitlich am Magen liegende Drüsenschläuche sondern nämlich hier in den Zeiten zwischen den Häutungen der Krebse Kalk ab, die sogenannten Krebssteine, welche wahrscheinlich den zur Bildung der neuen Haut nöthigen Kalk liefern, da sie nach der Häutung in den Magen gelangen, um resorbiert zu werden[9]).

Der Darm der **Mollusken** ist mit den übrigen Eingeweiden von einer structurlosen oder faserigen (bindegewebigen) Peritoneallamelle in einen besonderen Sack eingeschlossen, aus dem nur der kurze Schlund der Acephalen, Schlund und Oesophagus der Cephalophoren und Cephalopoden frei bleiben. Auf das Peritoneum, welches den Darm mit einem Blatte überzieht, folgt eine verschieden mächtige Lage glatter Muskelfasern, welche im Magen der Cephalopoden zu einer compacten Muskelmasse mit radienförmiger Anordnung der Fasern (ähnlich wie im Vögelmagen) anschwillt, während sie bei den Ascidien nur einzelne den Darm meist schräg umziehende Fasern enthält. Die Muskelfasern liegen aussen der überall structurlosen *membrana propria*, der eigentlichen Schleimhaut, auf, welche nach innen die Drüsenzellenschicht trägt, und häufig durch Bildung von Längs- oder Querfalten (meist das erstere) die Oberfläche des Darmes vergrössert. Die Drüsenzellenschicht, welche häufig mehrschichtig ist, vertritt nur noch bei einigen Ascidien die Stelle der Leber, indem sich auch hier in derselben die Gallenelemente erkennen lassen. Sie trägt nach innen bei den Cephalophoren und Cephalopoden das Darmepithel, welches bei den Acephalen von ihr selbst gebildet wird. Bei letzteren, einigen Cephalophoren und vielen Cephalopoden[10]) flimmert es. Eigenthümlich ist den Ace-

9) s. *v. Siebold*, Lehrbuch etc. p. 479.

10) s. *H. Müller*, in Zeitsch. f. wiss. Zool. IV, p. 343.

Digitized by Google

phalen der entweder in einem in der Nähe des Magens liegenden Blindsacke steckende oder frei in der Höle des Magens liegende sogenannte Krystallstiel, dessen Bedeutung noch gänzlich unbekannt ist. Er besteht nach *v. Siebold*[11]) aus einer hellen homogenen, concentrisch geschichteten Rindensubstanz von der Consistenz gekochten Eiweisses und einer mehr gallertartigen, weisse Körnchen oder Stäbchen enthaltenden Markmasse. Die letzteren Körperchen scheinen kohlensaurer Kalk zu sein. Vielleicht steht dieses Organ in Beziehung zu der, wie eine Häutung an bestimmte Zeiten gebundenen Absonderung neuer Schalenschichten, da es zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Entwickelung angetroffen wird. Organe zur Aufnahme der Nahrung sind nur bei den Acephalen unentwickelter; bei den übrigen Abtheilungen findet sich hinter den muskulösen Lippen eine gleichfalls muskulöse Mundhöle oder Schlundkopf, welcher die, auch hier chitinhaltigen Kiefern und die Zunge enthält und die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen aufnimt, welche den Acephalen gleichfalls fehlen.[12]) Der Schlundkopf der Cephalophoren, welcher bei grosser Entwickelung der Lippenmuskeln als Rüssel vorstülpbar ist, trägt einen häufig sehr compliciert gebauten Kieferapparat, an welchem die, Zunge genannte, muskulöse Rinne Theil nimt. Es finden sich hier Muskelfasern, Knorpelzellen und andere zellige, nicht näher zu characterisirende Gewebe[13]), und als eigentliche Kiefer chitinhaltige Gebilde. Zu letzteren gehören auch die Kiefer der Cephalopoden, welche durch besondere von den Kopfknorpeln entspringende Muskeln bewegt werden. Die fleischige Zunge trägt bei diesen an ihrer Spitze weiche zottenartige Verlängerungen (Geschmackspapillen *v. Siebold* und *Owen*). Das auch diese überziehende Epithel bildet am hintern Theile des Schlundes stachelartige Fortsätze.

Die Speicheldrüsen der Cephalophoren und Cephalopoden sind schlauchförmige oder traubig-ästige Organe, deren Form von einer structurlosen *membrana propria* bedingt wird. Das Drüsenepithel besitzt kernhaltige Zellen mit körnigem Inhalte, welcher höchst wahrscheinlich durch Bersten frei wird. Von demselben Bau

---

11) Lehrbuch etc. p. 268. Anm. 15.

12) Nur bei Teredo beschrieben *Frey* und *Leuckart*, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere, p. 49. Taf. I. Fig. 7d, eine Speicheldrüse. *C. Vogt's* Angabe, dass auch *Lingula* eine Speicheldrüse besässe, hat schon *Owen* berichtigt.

13) s. hierüber besonders *H. Lebert*, Beobachtungen über die Mundorgane einiger Gasteropoden. Müll. Arch. 1846. p. 435. Taf. XII, XIII, XIV.

Digitized by Google

sind noch andere drüsige Anhänge, welche in der Nähe des Schlundes in den Darm münden, deren Function man nicht kennt. Die Leber stellt entweder eine Schicht kurzer Drüsenschläuche dar, die den Anfangstheil des Darms in grösserer oder geringerer Strecke einnehmen (Ascidien, Nudibranchiaten und Apneusten) oder ein mit einem oder wenigen grossen Ausführungsgängen in den Darm mündendes Organ. Der feinere Bau derselben schliesst sich bei den Acephalen und Cephalophoren an die schon besprochenen Formen an, indem sie hier eine schlauchförmige, traubig-ästige Drüsenmasse bildet mit einer bis in die kleinsten Follikel reichenden *membrana propria* und einem diese bekleidenden Leberzellenepithel, welches letztere gegen den Darm hin den Character eines einfachen, wimpernden Epithels annimt. Dagegen besitzen die Cephalopoden eine Leber, welche sich, wie es scheint, in ihrer Structur an die der höheren Wirbelthiere anschliesst, indem man hier ausser den mit einer *membrana propria* versehenen Ausführungsgängen nur Zellenmassen findet, die als eigentliche Leberzellen die Hauptmasse der Leber bilden. Ausser den bis jetzt besprochenen Anhängen drüsiger Natur treten auch bei den Mollusken zuerst noch andere auf, die, einfache Drüsenhaufen (Cephalophoren) oder kleine Drüsenschläuche bildend (Acephalen), den schlauchförmigen Darmdrüsen der Wirbelthiere entsprechen dürften, während die sich in der Nähe des Gallengangs findenden, meist in diesen mündenden traubig-ästigen Schlauchdrüsen der Cephalopoden mit, weisslichen Inhalt besitzenden, Epithelzellen, vielleicht nicht mit Unrecht als dem Pancreas entsprechend angesehen werden, obschon man von deren Function nichts Näheres weiss.

Der Darm der **Wirbelthiere** besteht allgemein aus einer seine Form zum grossen Theil bedingenden, der Cutis der äusseren Haut entsprechenden bindegewebigen Grundlage, der Schleimhaut, welche sich je nach ihrer Verbindung mit anderen Geweben verschieden darstellt, so dass man mehrere Häute unterscheiden kann. Die eigentliche Schleimhaut bildet den morphologischen Träger der eigentlichen functionirenden Theile, indem sie nach innen das Epithel trägt, und die *membranae propriae* der sich in das Darmrohr mündenden Epithelialdrüsen aussendet, welche überall einfach schlauchförmige (Lieberkühnsche Drüsen), seltener (Schleimdrüsen, Drüsen im Magen der Säugethiere, Vögel, Brunn'sche Drüsen) zusammengesetzteren Bau zeigende Drüsen darstellen. Das Epithel ist meist einschichtig, nur an den beiden Enden mehrschichtig; stark verhornt und in mehreren Lagen Reibplatten bildend ist es im Muskelmagen der Vögel. Die

Digitized by Google

häufig noch von einfachen glatten Muskelfasern durchzogene Schleimhaut im engern Sinne, welche gleichzeitig der Träger von Nerven und Gefässen ist, und aus fibrillärem Bindegewebe mit elastischen Fasern besteht, bewirkt durch falten- oder zottenartige Vorsprünge eine Vergrösserung der Schleimhautoberfläche. Während dies bei Fischen, Amphibien und Reptilien nur durch Längs- und Querfalten geschieht, welche häufig der Schleimhautoberfläche ein zierliches maschenförmiges Ansehen geben (Reptilien), nur selten durch Zotten, stellen diese letzteren bei Vögeln und Säugethieren eine den eigentlichen Darm überziehende Schicht kleiner blatt-, warzen- oder haarförmiger Erhebungen dar, welche auf einer bindegewebigen Grundlage, die zuweilen contractile Elemente enthält, das resorbirende Epithel in noch grössere Berührung mit dem Darminhalte bringt. Im Inneren der Zotte liegt ein Blut- und Chylusgefäss, letzteres zuweilen netzförmig die Blutcapillargefässchlinge umgebend. Ausser den erwähnten Epithelialdrüsenformen kommen bei Vögeln und Säugethieren (soweit man die Verhältnisse bis jetzt kennt) Folliculärdrüsen vor, die einen aus einer *membrana propria* bestehenden Follikel mit darin sich verbreitenden Gefässen besitzen, und entweder einzeln oder in Gruppen beisammen (*Peyer*'sche *plâques*) stehen. Die eigentliche Schleimhaut steht durch eine Schicht lockeren Bindegewebes (das Unterschleimhautgewebe) mit der den Darm ganz allgemein überziehenden Muskellage in Verbindung, welche nach aussen noch eine Peritonealbekleidung (eine bindegewebige, Gefässe führende Haut[14]) mit Epithel) trägt. Die Elemente der Muskelschicht sind meist einfache glatte Muskelfasern[15]), nur am Anfang und Ende des Darms treten zusammengesetzte quergestreifte Fasern auf. — Die verschiedenen Abschnitte des Darmes stimmen im Wesentlichen mit dieser Schilderung überein, nur mit ungleichmässiger Entwickelung der einzelnen constituirenden Elemente. So finden sich zusammengesetzte Folliculärdrüsen als Tonsillen am Anfange des Schlundes bei Säugethieren (und vielleicht bei Vögeln); in der Mundhöle, dem Oesophagus (hier besonders zahlreich im Kropf der Vögel), Magen und Darme Schleimdrüsen von traubigem Bau, im Magen schlauchförmige, bei Vögeln zusammengesetzte Drüsen, deren Serectionszellen

---

14) *Leydig* fand hier bei mehreren Reptilien und Amphibien auch glatte Muskelfasern. Müll. Arch. 1852. p. 512. Anm.

15) Eine Ausnahme hiervon macht nach der Entdeckung *Reichert's* nur die Goldschleihe, *Tinca chrysitis*, welche quergestreifte zusammengesetzte Muskelfasern in ihrem Darme besitzt.

Digitized by Google

zuweilen zu grösseren Bläschen anschwellen, während der übrige Darm die oben angeführten Folliculärdrüsen besitzt. — Sehr verbreitet sind vorbereitende Organe, von denen morphologisch am interessantesten die Zähne sind. Diese aus dem Schleimhautüberzuge der Kiefer, bei Fischen zuweilen noch vieler anderer Kopfknochen, sich entwickelnden Hartgebilde fehlen nur unter den Fischen den Gattungen *Acipenser* und *Ammocoetes*, unter den Amphibien der Gattung *Pipa*, unter den Reptilien *Anodon* und den Cheloniern, und den Vögeln. Sie stellen entweder nur stark verhornte Epithelialbildungen dar (Myxine, Petromyzon; Ornithorynchus), welche, ihrem Charakter treu, aus perennirenden Zellen bestehen, und an welche sich histiologisch der hornige Überzug der Chelonierkiefer und die Schnabelscheiden der Vögel anschliessen, oder sie bestehen aus einer eigenthümlichen Substanz, der Zahnsubstanz, Dentine (Elfenbein, Zahnbein), über welche eine Schicht stark verkalkter (Epithelialzellen-) Prismen, der sogenannte Schmelz, Email, gebreitet ist, und zu welcher häufig aussen noch eine Hülle aus wirklichem Knochengewebe tritt, das Cement, ganz oder theilweise den Zahn überziehend. Die Dentine lässt eine stark verkalkte homogene Grundsubstanz und zahlreiche Canälchen, *canaliculi dentium*, erkennen, welche letztere häufig communiciren, in verschiedener Richtung verlaufen, und wahrscheinlich wie die Knochencanälchen bei der Verkalkung sich bildende Porencanälchen der sich verlängernden Zellen sind. Je nach dem Verlauf dieser Canälchen und der Ausbreitung von Gefässen in der Substanz hat *Owen* mehrere Arten unterschieden, deren meiste sich bei den Fischen finden. Bei diesen (z. B. *Balistes*) wie bei den Amphibien und Reptilien findet sich selten wahrer Schmelz[16]), welcher bei Säugethieren nur wenigen Gattungen fehlt. Ebenso ist das Cement den Säugethierzähnen ausschliesslich eigen, während die Dentine vieler Fische sich durch Gefässreichthum wie durch die Anordnung der Zahncanälchen an die Knochensubstanz anschliesst. Die Zähne sind entweder nur in der Schleimhaut befestigt (viele Fische) oder in Hölen der Kiefer eingekeilt und nehmen dann an ihrer Wurzel eine verschieden weit in ihre Höle ragende, Gefässe und Nerven führende Fortsetzung der bindegewebigen Schleimhaut auf (manche Reptilien u. s. w., Säugethiere) oder sie anchylosiren ganz mit dem sie tragenden Knochen (viele Fische,

---

16) Die den Oesophagus der zahnlosen Gattung Anodon von oben durchbohrenden Hypapophysen der ersten Rumpfwirbel sind nach *Owen* mit Schmelz überdeckt.

Amphibien, Reptilien). In Bezug auf die Analogie der Schnabelscheiden der Vögel und der Zähne, so scheint nur eine Beobachtung von *Geoffroy-St.-Hilaire* auf ihre Entwickelung aus verschmelzenden zahnartigen hornigen Papillen hinzuweisen, die er am Papagey (?) zu machen Gelegenheit hatte[17]). Die Mundhöle besitzt ausserdem eine bei Fischen, Amphibien und Reptilien papillenlose Schleimhaut, welche ein mehrschichtiges Pflasterepithel bedeckt, mit zahlreichen traubigen Schleimdrüsen. Die der Muskelhaut des übrigen Darms entsprechende Lage enthält quergestreifte Muskelfasern und ein sich besonders in den vier höheren Wirbelthierclassen entwickelndes Organ, die Zunge, welche ausser ihrer mechanischen Bedeutung noch Träger der Geschmacksempfindungen wird, den Fischen dagegen fehlt. Dieses durchaus muskulöse Organ erhält ausser den sensiblen Nerven den zu den vorläufig noch nicht genau festzustellenden specifischen Geschmacksorganen tretenden Geschmacksnerven. Beide begeben sich in den Gefühlswärzchen ähnliche Papillen, welche, je nach ihrer Function, in verschiedener Form die Oberfläche der Zunge besetzen. — Speicheldrüsen fehlen nur den Fischen. Sie schliessen sich sonst in ihrem Bau ganz an die traubigen Drüsen an; in der Schleimhaut der Ausführungsgänge finden sich zuweilen noch glatte Muskeln. In Bezug auf ihren traubigen Bau stimmen auch die Giftdrüsen der Schlangen ganz mit den Speicheldrüsen überein. Ausser den schon besprochenen assistirenden Darmdrüsen finden sich constant noch die Leber, das Pancreas und die Milz. Erstere scheint überall (bestimmt jedoch nur bei Säugethieren) aus einem eine solide Masse bildenden Zellennetze zu bestehen, an welches sich in noch nicht klarer Weise die mit *membrana propria* versehenen Ausführungsgänge anlehnen. In die Maschen desselben treten die sehr zahlreichen Gefässe, zuweilen das Gewebe in kleine Läppchen spaltend, welche dann von besonderen Bindegewebshüllen umgeben werden können. Ein blasenförmiger Anhang, die Gallenblase, nimt zuweilen das Secret auf; derselbe hat eine mit Schleimdrüsen besetzte Schleimhaut, die continuirlich in die des Darmes übergeht. Das Pancreas, welches bis jetzt nur bei den Fischen[18]) noch nicht überall nachgewiesen wor-

17) Das Citat habe ich leider nicht zur Hand.

18) Die Pförtneranhänge der Fische stimmen durchaus mit dem Darme in ihrer Structur überein, nur dass die Schleimdrüsen sehr zahlreich sind, und zwar sowol wenn sie einzeln frei bleiben, als auch wenn sie, wie beim Stör, durch eine besondere Peritonealumhüllung zu einem scheinbar soliden Organ umgewandelt werden. Die Gefässe der Schleimhaut sind sogar analog angeordnet, wie man beim injicierten Pancreas des Störs sieht.

Digitized by Google

den, aber wahrscheinlich allgemeiner verbreitet ist, stellt eine traubige Drüse dar, deren feinerer Bau in nichts von dem analoger Formen abweicht. — Die, mit der histiologischen Selbständigkeit des Blutes gleichzeitig auftretende Milz ist selbstverständlich ausschliesslich den Wirbelthieren eigen. Gehört sie daher auch mehr zu dem das Blut und dessen Leben und Bewegungen ausführenden Gefässsysteme, so ist doch ihre Verbindung und ihre Beziehung zu der ersten Thätigkeit der Ernährung eine gewiss ebenso innige, weshalb ihre Structur hier kurz berührt werden mag. Innerhalb einer von dem Peritoneum noch überzogenen fibrösen Kapsel findet sich ein aus Bindegewebsfasern bestehendes Balkengerüst, welches den Raum der Drüse in viele kleinere bis mikroskopische Fächer abtheilt und das bei einigen Säugethieren durch Auftreten glatter Muskeln contractil wird. Die Fächer werden von einer rothen Substanz, der Pulpa, ausgefüllt. Diese enthält einmal Nerven und die Gefässenden mit den an den kleinsten Arterien sitzenden Drüsenfollikeln (geschlossene Bläschen mit *membrana propria* und Inhalt aus Zellen und freien Kernen bestehend), welche bis jetzt nur bei Säugethieren, Vögeln, Reptilien und Plagiostomen gefunden, dagegen bei Amphibien und den übrigen Fischen vermisst wurden; dann freie Kerne und Zellen verschiedener Art, von denen die hier fast in einer das Normale zu bezeichnen scheinenden Constanz auftretenden Blutkörperchen-haltenden die wichtigsten scheinen, an welche sich farblose Körnchenzellen einerseits, andererseits gefärbte Körnchenzellen und Pigmenthaufen anschliessen. Ohne hier auf die Bedeutung des ganzen Organs näher einzugehen, muss doch auf den eigenthümlichen Bau und auf die grosse Constanz der neben Extravasaten auftretenden Blutkörperchen-haltenden Zellen, sowie auf das morphologische Factum hingewiesen werden, dass die Milz sich nur bei den ein abgeschlossenes, histiologisch differenziertes Blut führendes Gefässsystem besitzenden Wirbelthieren findet.

§. 22.

Gefässsystem.

Wie sich das Gefässsystem in seiner morphologischen Complication eng an die allmähliche Entwickelung des Blutes anschliesst und sich erst mit der histiologischen Individualisirung dieses als ein allseitig geschlossenes Röhrensystem darstellt (wovon unten), so ist auch seine histiologische Zusammensetzung in den verschiedenen Thierclassen ein höchst mannigfache. Bevor diese besprochen wird, soll

Digitized by Google

eine Übersicht über die histiologischen Eigenthümlichkeiten der in den Gefässen sich bewegenden Nährflüssigkeit gegeben werden.

Während wir bei den Wirbelthieren in dem Gefässsysteme eine Flüssigkeit circuliren sehen, welche in verschiedenen Bereichen desselben Verschiedenheiten erkennen lässt, welche sich entweder auf die Entwickelung der das Blut als Gewebe charakterisirenden Zellen beziehen, so dass das im Darm wurzelnde Chylusgefässsystem den Bildungsheerd der Blutkörperchen darstellt, oder auf die Beschaffenheit der die Zellen als Intercellularsubstanz tragenden Nährflüssigkeit, so dass das Lymphgefässsystem die überschüssige oder irgendwie veränderte Nährflüssigkeit der übrigen Blutmasse rückleitend wieder zuführt, sehen wir bei vielen der wirbellosen Thiere eine zweifache Flüssigkeit im Körper kreisen, welche nur bei den Mollusken (ob überall wol?) gemengt wird. Es ergibt sich hieraus, dass das ein abgeschlossenes Gewebe darstellende Blut der Wirbelthiere sich bei den Mollusken zwar noch (theilweise) als eins erhält, dass es aber, je tiefer wir in der Thierreihe herabsteigen, desto entschiedener sich in die seinen wesentlichen zwei Functionen, Ernährung und Respiration, entsprechenden Elemente theilt, von denen das eine, die Ernährung bewirkende stets in geschlossenen Canälen kreist und keine geformten Elemente besitzt, welches Nährblut oder Blut im engern Sinne heissen mag (*blood proper, Th. Williams*), während das andere sich mit dem zur Respiration dienenden Medium (Wasser) in directe (z. B. Würmer) oder indirecte Verbindung setzend die Athmung vermittelt oder den Wassergehalt reguliert, und stets charakteristisch geformte Elemente führt, das Wasserblut (*chylo-aqueous fluid, Williams*). Bei Polypen und Acalephen existiert keines von beiden; die Leibeshöle ist gleichzeitig Gefäss. In ihren Erweiterungen oder in den von ihr ausgehenden gefässartigen Verlängerungen wird die zu Chylus verwandelte Nahrung entfernten Körpertheilen direct zugeführt, während eine Communication der Gefässe der Medusenleibeshöle mit dem umgebenden Wasser das zur Respiration nöthige auf einem noch schnelleren Wege, als es ohnehin durch die Mundöffnung findet, in die Chylusmasse gelangen lässt. Die Echinodermen aber haben schon, wie ich zeigte, durch die Absonderung des Darms von der Leibeshöle bedingt, ein Gefässsystem, und zwar ein doppeltes, eins für das Nährblut, eins für das Wasserblut[1]). An diese schliessen sich die Würmer und die Larven der Arthropoden, welche ausser dem

---

1) s. besonders *Joh. Müller*, anatomische Studien über die Echinodermen. Müll. Archiv 1850. p. 117 flgd.

sich in dem eigentlichen Gefässsysteme bewegenden Blute eine die Leibeshöle erfüllende Flüssigkeit besitzen. Durch diese Abtheilungen des Thierreichs ist jedoch der Übergang gegeben zu der einblütigen Mollusken- und Wirbelthierreihe, da sowol in vollständig entwickelten Arthropoden das Athemblut sich mit dem Nährblut vereinigt, als auch das das Nährblut führende System nun die Kiemengefässe abgibt[2]). Beide Blutarten unterscheiden sich histiologisch dadurch wesentlich von einander, dass, wo sie vollständig getrennt auftreten, nur das Wasserblut charakteristisch geformte Zellen führt, während das Nährblut in der Regel ohne solche ist und nur mehr zufällig deren führt[3]).

In den einzelnen Abtheilungen des Thierreichs zeigt sich eine der Verschiedenheit des Blutes selbst entsprechende Verschiedenheit der constituirenden Bluttheile. Der flüssige Theil ist bei den wirbellosen, wo hier gefärbtes Blut auftritt, der Träger des Farbstoffs, während bei den Wirbelthieren und Cephalopoden die Blutzellen die Farbe enthalten[4]). Die Blutzellen der wirbellosen Thiere sind im Allgemeinen rundlich, sehr häufig granuliert[5]); ihre Form ist nach *Williams* sogar nach den Arten charakteristisch verschieden; sie enthalten alle einen deutlichen Kern, welcher nur bei den Cephalopoden zu verkümmern scheint[6]); ihre Grösse scheint nicht sehr constant zu sein, und ist im Allgemeinen geringer, als bei den Vertebraten. Bei den Wirbelthieren sind die Blutzellen, deren Entwickelung man hier im Allgemeinen besser kennt, homogen, glatt (nur die unvollkommen entwickelten sind granuliert), abgeplattet, linsenförmig, zuweilen sogar biconcav. Während sie bei den Säugethieren (mit Ausnahme der Kameele) und Menschen rund sind,

---

2) *Williams* (a. a. O.) geht gewiss zu weit, wenn er seine doppelblütige Reihe (*double-fluid-series*) von den Echinodermen bis zu den Insecten ausdehnt, da schon manche Würmer in seinem und anderer Zootomen Sinne einblütig sind. Verschieden hiervon sind die Wassergefässe der Hirudineen, welche Wassertracheen darstellen. S. unten.

3) So hat *R. Wagner* (zur vergleichenden Physiologie des Bluts, p. 28) in der die Füsschen der Echinen schwellenden Flüssigkeit (die sich als zum sogen. Wassergefässsysteme gehörig herausgestellt hat, welcher Name jedoch, da keine Vermischung mit Wasser stattfindet, fallen sollte) zahlreiche Blutkörperchen gefunden. Dagegen fehlen allerdings noch Angaben über den Inhalt des erst seit *Joh. Müller's* Untersuchungen zur Klarheit gelangten Nährblutsystems dieser Thiere.

4) Nach *Wagner* (a. a. O.) soll auch die Gattung *Terebella* gefärbte Blut körperchen besitzen.

5) Vielleicht häufig in Folge von Veränderungen, da sie z. B. bei Argulus nach *Leydig* während des Blutumlaufs glatt sind. S. Ztschr. f. wiss. Zool. II. p. 335. Taf. XX. fig. 1. c. u. fig. 7.

6) *Wagner*, a. a. O. p. 19.

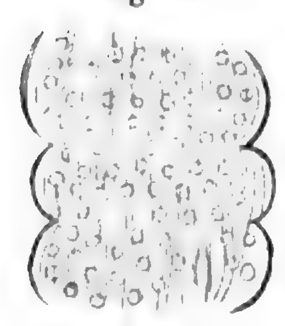
Digitized by Google

haben diejenigen der niederen vier Wirbelthierklassen fast stets eine ovale Form. Die grössten haben die Amphibien (Proteus: 0,025‴ Länge, 0,016‴ Breite), die kleinsten die wiederkäuenden Säugethiere (Moschusthier, 0,00094‴ nach *Kölliker* a. a. O. p. 575). Die früheren in den Chylusgefässen enthaltenen Entwickelungsstufen derselben, die sogenannten Lymphkörperchen weichen von den entwickelten durch ihre rundliche Gestalt, granulierten Inhalt und dadurch ab, dass sie stets einen Kern erkennen lassen, wodurch sie im Allgemeinen mit den Blutkörperchen der wirbellosen übereinstimmen.

Mit Bezug auf die Histiologie des Gefässsystems, so sind bei wirbellosen Thieren homogene Membranen und Muskelfasern sowie Epithelien die hauptsächlichsten constituirenden Elemente, ausser denen dann bei Wirbelthieren die aus netzförmig sich verbindenden, röhrenförmig verlängerten Zellen gebildeten Capillargefässe und an den grösseren Gefässen elastische Elemente und Bindegewebe auftreten. Hierzu kommen dann noch constant zusammengesetzte quergestreifte Muskelfasern in den Centralorganen, seröse Hüllen, Nerven und wieder kleinere Nährgefässe. Was die Morphologie der Nährblut- und Wasserblutgefässe anlangt, so ist zu bemerken, dass die Nährblutgefässe stets geschlossen sind und wol nie Flimmerepithelium besitzen, während das Wasserblut in zuweilen nach aussen mündenden, flimmernde Wände besitzenden Räumen sich bewegt.

Bei den **Polypen** und **Medusen**, deren gefässartig den Stamm oder das Körperparenchym durchziehende Leibeshöle die erste Andeutung von Gefässen darbietet, bestehen die Wände der Gefässe aus längs- und kreisförmig-verlaufenden Fasern (Muskelfasern?), welchen innen ein Flimmerepithelium anliegt[7]).

Fig. 5.



Unter den **Echinodermen** beschreibt *Joh. Müller*[8]) bei Synapta Fasern, besonders longitudinale, in der Gefässwand, denen innen viele zerstreute runde blasse Kerne aufliegen, wahrscheinlich die Kerne des die Gefässhöle auskleidenden Epithels, welches jedoch nicht wimpert. Dagegen flimmert die innere Fläche der übrigens analog gebauten Wasserblutgefässe

7) Die Angaben von *Will* über ein ausser diesen Canälen noch vorhandenes, wirkliches Blut mit Blutkörperchen führendes Gefässsystem bei den Medusen konnten *Frey* u. *Leuckart* (Lehrbuch d. Anat. d. wirbellosen Th. p. 555) nicht bestätigen.

8) Über *Synapta digitata* u. s. w. p. 9.

Fig. 5. Gefäss von der Gekrösinsertion des Darmes von *Synapta digitata*, mit Längsfasern und Kernen (Epithel?). Nach *J. Müller*, a. a. O.

Digitized by Google

(Wassergefässsystem), sowie die Peritonealhöle, wo *J. Müller* und *Leydig* eigenthümliche Wimperorgane gefunden haben[9]). Das Verhalten der etwa vorhandenen Capillaren kennt man nicht. Wahrscheinlich wird der Übergang des Blutes aus den Arterien in die Venen durch weitere Gefässräume vermittelt. Die Stelle eines Centralorganes übernimmt ein mit starken Wandungen versehener Abschnitt des Gefässsystems, meist ein Ringgefäss am Munde, bei den Echinen ein Längsgefäss am Darme.

Bei den **Würmern** zeigen die grösseren Nährblutgefässe eine ähnliche Zusammensetzung aus Längs- und Ringfasern, die Gefässhöle wird aber von einer homogenen Membran bekleidet (verschmolzene Epithelzellen?). Ein stärkerer Muskelbeleg tritt an den vorzugsweise contractilen Längsstämmen und den zu diesen bei manchen Würmern noch hinzukommenden herzartigen Erweiterungen auf. Sonst fungiren die Rückengefässe als Herzen, an denen auch Klappen sich finden, welche, wie *Leydig* gezeigt hat, bei vielen nur aus einem Haufen gekernter Zellen bestehen[10]). Das Wasserblutsystem ist meist auf die mit zahlreichen, zuweilen grossen Zellen versehene, die Leibeshöle erfüllende Flüssigkeit reduciert, welche häufig durch Flimmerbekleidung der Peritonealwände in Bewegung gesetzt und bei den Annulaten meist mit Wasser vermischt wird. Bei den Turbellarien haben dagegen *O. Schmidt* und *Max Schultze* ein Wassergefässsystem entdeckt, an dessen Gefässen letzterer eine homogene Membran und eigenthümliche Flimmerlappen fand[11]). Seine Beziehung zu den Blutgefässen ist noch unbekannt. Eigentliche Capillaren fehlen; sie werden meist durch dünnwandige Anastomosen ersetzt.

Das bei den **Arthropoden** das Centralorgan des Gefässsystems darstellende Rückengefäss, welches bei den Crustaceen die Form eines rundlichen Herzens annimt, hat in einer bindegewebigen Hülle quergestreifte, zuweilen glatte, Muskelfasern in ziemlich mächtiger Lage. Innen wird es von einer structurlosen Haut ausgekleidet, welche die Klappen bildet und zuweilen noch eine Epithelialbekleidung erkennen lässt. Über die Histiologie der Gefässe verlautet noch wenig, besonders da man noch nicht einmal darüber einig ist, ob das Blut überall in wandungslosen Räumen aus den Arterien zu den Venen hinüberfliesst, oder ob diese Lacunen von einer Fortsetzung der

9) *J. Müller*, über *Synapta digitata* Taf. I. fig. 13. u. *Leydig* in Müll. Arch. 1852. p. 512. Taf. XIII. fig. 4.

10) s. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. I. Taf. IX. Fig. 39. c. von Piscicola.

11) s. *Schultze*, Beiträge u. s. w. p. 27. Taf. I. fig. 34.

Digitized by Google

eigentlichen Gefässhaut ausgekleidet werden. Ohne hier schon auf diese Controverse einzugehen, sei erwähnt, dass die arteriellen Stämme, welche sich von den venösen Sinussen nur durch eine etwas bedeutendere Dicke ihrer Wandungen unterscheiden, glatte Fasern zuweilen in ihren Wänden erkennen lassen, die bei der Contractilität der Gefässe wol für Muskelfasern zu halten sind. Die innerste Haut ist structurlos und scheint vielleicht häufiger als man allgemein anzunehmen scheint, die Blutbahnen auf der Strecke zwischen dem Ende einer entschiedenen Arterie und dem Beginn der venösen Hohlräume zu begrenzen[12]). Doch scheint in manchen Fällen wirklich eine jede solche Haut zu fehlen. Nachdem dies schon früher *Jurine*, *Joly*, *Vogt* u. a. beobachtet hatten, wurde es neuerdings von *v. Siebold*[13]) und *Leydig* bei Argulus, von letzterem noch bei Artemia und Branchipus behauptet[14]). Auf der anderen Seite hat *Robin* bei Langusten und Krabben die homogene Gefässhaut in den sogenannten Lücken beobachtet[15]).

Ähnlich wie bei den Arthropoden sollte auch bei den **Mollusken** das Blut zum grossen Theile in wandungslosen Lacunen durch den Körper strömen, was sich jedoch hier noch weniger allgemein bestätigt. — Das Herz lässt eine ziemliche Reihe verschiedener histiologischer Bildungsweisen erkennen. Während es nämlich bei den Ascidien (besonders zusammengesetzten und socialen) und vielleicht auch bei manchen Cephalophoren ein aus einer vollkommen homogenen Membran gebildeter Schlauch ist, der sich darmartig mit abwechselnder Richtung contrahiert, treten schon in dem Herzen der Acephalen netz- und maschenförmig sich verbindende glatte Muskelfasern auf, die bei den Cephalophoren und Cephalopoden Fibrillen enthalten und hier sich häufig zur Bildung wirklicher Papillarmuskeln verbinden. Aussen überzieht das Herz eine Peritoneallage, innen findet sich ein Epithelium aus grossen hellen, platten Zellen. Die bindegewebige äussere Haut, welche auch die Gefässe überzieht, zeichnet sich an letzteren besonders durch ihre grossen Zellen aus, die, nur sehr wenig Intercellularsubstanz zwischen sich lassend, embryonalen Stufen des Bindegewebes höherer Thiere (?) entsprechen[16]).

12) Vorzüglich behaupten dies *Bowerbank* und *Newport*, letzterer für die Insecten und Myriapoden.

13) Lehrb. p. 462. Anm. 1.

14) s. Zeitschr. f. wiss. Zool. II. p. 337. u. III. p. 288.

15) *Mémoir. de la Soc. de Biologie. III.* 1851. *p.* 93.

16) s. *Leydig*, Ztschr. f. wiss. Zool. II. p. 173. Taf. XII. Fig. 4.

Digitized by Google

(Ausser dem eigentlichen systemischen Herzen kommen bei den Cephalopoden (mit Ausnahme des Nautilus) Kiemenherzen vor dem Eintritt der Venen in die Respirationsorgane vor, welche nach *Owen* und *v. Hessling* Muskelfasern enthalten, deren Anwesenheit dagegen *v. Siebold* und *Frey* und *Leuckart* leugnen. Die Contractionen derselben haben jedoch neuerdings wieder *Vérany* und *C. Vogt* ausdrücklich beschrieben[17].) Nach innen von jener Lage grosser Zellen folgt dann bei den Gefässen eine Faserschicht, welche indess nur den Cephalopoden und einigen Cephalophoren eigen ist und entweder längsverlaufende oder ringförmige Elemente enthält. Bei den Acephalen und vielen Gastropoden ist nur eine homogene feinkörnige Membran an den Arterien zu unterscheiden, der aussen eine Schicht kleiner Zellen aufliegt (*Leydig*), während innen ein aus platten polyedrischen Zellen bestehendes Epithelium zu erkennen ist. Was nun den Theil des Gefässsystems anlangt, welcher den feineren Verzweigungen der Arterien, dem Capillargefässsysteme und den feineren Venen entspricht, so nehmen von den Acephalen und Cephalophoren *Milne Edwards*, *Valenciennes*, *Quatrefages*, zum Theil auch *Souleyet*, dann *Frey* und *Leuckart*, *v. Siebold* und *Leydig* auf Grund ihrer Untersuchungen an, dass das Blut in wandungslosen, d. h. von keiner eigenen Gefässhaut begrenzten Zwischenräumen zwischen den übrigen Organtheilen sich bewege und sich namentlich frei in die Peritonealhöle ergiesse. Ebenfalls auf eigene Untersuchungen gestützt nehmen dagegen *Owen*[18]), *Souleyet*, *Robin*[19]) und neuerdings besonders *Keber*[20]) an, dass die *tunica propria* der Arterien sich in die weiteren Blutbehälter mit dem sie deckenden Epithel fortsetzt, dass also dieselben durchaus keine Lücken sind, sondern nur Sinus, ein Unterschied, dessen morphologische wie histiologische Bedeutung nicht gering ist[21]). Ich kann mich nur zu der letzteren Ansicht bekennen, indem auch ich in einer Reihe von Beobachtungen stets eine zuweilen ziemlich dicht mit den anliegenden Parenchymtheilen verwachsene, stets aber als besondere nachzuweisende eigene Gefäss-

---

17) *Sur la nature des Hectocotyles. Annal. d. sc. nat. III. Sér. T. XVII. p.* 163.

18) Ann. d. sc. nat. III. Sér. T. III. p. 316.

19) a. a. O. p. 120 u. a., wo auch die betreffende Literatur sehr vollständig zu finden ist.

20) Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Weichthiere. Königsb. 1851. p. 37.

21) Vergl. auch *Th. v. Hessling's* Angaben über die Capillargefässe in den Nieren der Acephalen. Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnsecretion. p. 7.

Digitized by Google

haut aus einer homogenen Membran mit Epithelium bestehend fand, welche, weite Gefässmaschen bildend, die Stelle des Haargefässsystems vertrat. Noch deutlicher und zweifellos anerkannt ist das Capillargefässsystem der Cephalopoden. Es schliesst sich nach *H. Müller's* neueren Untersuchungen[22]) ganz an die Haargefässe der Wirbelthiere an und ist dadurch noch besonders interessant, dass es, gewissermaassen als Zeichen seiner Entwickelungsweise, zahlreiche ramificirende, äusserst dünne Ausläufer zeigt, welche nicht selten an den dickeren Theilungsstellen mit einem Kern versehen sind, ein Bild, was sehr an das von *Kölliker* über die Entwickelung der Blutgefässe beim Frosch gegebene erinnert (Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. VI. pl. 5. fig. 2—4). Auch besitzen manche Venen der Cephalophoren und Cephalopoden Klappen, wie die entsprechenden Gefässe der Wirbelthiere[23]). Wassergefässe besitzen die Mollusken bis auf einige Rudimente, die später besprochen werden, nicht[24]).

Ungleich zusammengesetzter ist der Bau des Gefässsystems der **Wirbelthiere**. Zunächst ist hier des Bildungsherdes des Bluts zu gedenken, der Chylusgefässe und des ihm gleich gebauten Lymphgefässsystems. Die capillaren Anfänge beider schliessen sich insofern ganau an die Blutcapillargefässe an, als auch sie aus verschmolzenen, sternförmig oder röhrenartig sich verlängernden Zellen entstanden sind und daher nur eine homogene Membran mit zerstreuten Kernen erkennen lassen[25]). An die Stelle der homogenen Häute treten aber hier bei den grösseren Gefässen elastische Elemente und glatte Muskelfaserzellen, um welche dann noch Bindegewebe einen äusseren Überzug bildet, welches hier, wie überall, der Träger der Nährgefässe und Nerven ist. Diese Elemente bilden bei Lymph- und Chylusgefässen sowol als bei Blutgefässen mehrere Lagen, die man als *tunica intima*, *media* und *externa* unterscheiden kann. Die Intima besteht überall aus einem Epithel, welches entweder polygonale Pflasterzellen, häufig jedoch Spindelzellen besitzt, und je nach den Gefässen einer Lage elastischer Fasern, meist mit Längenrichtung, die jedoch hier bei dünneren Gefässen noch kein so dichtes Fasernetz darstellen wie in grösseren. Die Media, die verschiedenst gestaltete

22) Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 339, 340.

23) s. *Lebert* und *Robin*, Kurze Notiz über allgemeine vergleichende Anatomie niedrer Thiere. Müller's Arch. 1846. p. 131.

24) Vergl. *Keber* a. a. O. p. 86.

25) s. die Beobachtungen von *Kölliker* in den Ann. d. sc. nat. a. a. O., welche sich an Schwänzen junger Froschlarven leicht bestätigen lassen.

Digitized by Google

Gefässhaut, ist besonders der Träger der glatten Muskeln und der elastischen Fasern. Während dieselbe bei kleinen Arterien rein muskulös ist, treten zu diesen querverlaufenden Faserzellen bei den mitteldicken Lymphgefässen noch feine quere elastische Fasern, bei den Venen längsgerichtete elastische Fasernetze; bei Arterien schwindet die Muskulatur gegen die Entwickelung der elastischen Elemente, die sich hier zu elastischen Membranen und Platten, gefensterten Häuten u. s. w. gestalten. Zwischen und durch diese Elemente ist Bindegewebe von gewöhnlicher faseriger Form verbreitet, welches den Haupttheil der Externa oder Adventitia bildet, in welcher noch feine elastische Netze (Arterien) und glatte Muskeln (Venen) auftreten. Quergestreifte Muskelfasern finden sich nur in Venen in der Nähe des Herzens. Es ist noch einer histiologischen Eigenthümlichkeit des Gefässsystems bei niederen Wirbelthieren zu gedenken, welche sich an die sinuöse Erweiterung der Gefässe bei Arthropoden und Mollusken anschliesst. Das Lymphgefässsystem der Fische und Amphibien nämlich bildet ausser den sich an die gegebene Beschreibung anfügenden Gefässen noch weitere Behälter, welche theils sackartige Räume unter der Haut (Amphibien und Reptilien), theils scheidenartige Hüllen um die Blutgefässe darstellen, letzteres zwar so, dass das Blutgefäss in einer Einstülpung der Intima des Lymphgefässes liegt, während dessen Externa beide Gefässe gleichmässig umgibt (vergl. die beistehende Figur vom *ductus thoracicus* des Salamanders). Andererseits bildet das Venensystem mancher Fische (Cyclostomen, Plagiostomen) scheinbar membranlose Sinus an manchen Stellen, an denen jedoch wie bei den analogen Räumen der Mollusken die *tunica intima* der Gefässe noch zu erkennen ist. Hierher die von *Rathke* beobachteten cavernösen Hohlräume in den Ovarien der Pricke[26]) und die Blutbehälter bei Haien, welche *Robin* fand[27]). — Während bei den wirbellosen Thieren vorwiegend

Fig. 6.

26) Über den innern Bau der Pricke, p. 69. s. auch *Müller*, Vergl. Anat. d. Myxinoiden. 3. Fortsetz. Abhdlg. d. Berlin. Akad. 1839. Phys.-math. Kl. p. 211.

27) *L'Institut.* (*journal*) 1846. *T. XIV. p.* 272.

Fig. 6. Querschnitt durch den *ductus thoracicus* und die Aorta der Salamandra (*marmorata?*), nach *Rusconi*, *Riflessioni sopra il sistema linfatico delli Rettili.* 1. Wirbelsäule. 2. Aorta. 3. *Tunica intima* des *ductus thoracicus*, die sich bei 3′ über die Aorta wegschlägt. 4. *Tunica externa* desselben, die Aorta mit einhüllend. 5. Brückenähnliche Verbindungsfasern der Intima, die Gefässhöle quer durchsetzend.

Digitized by Google

contractile Centraltheile nur in verhältnismässig wenig Fällen (höhere Arthropoden, Mollusken) einfach auftraten und auch dann eine Gefässform des Herzens die häufigere war, ist die letztere Form nur embryonalen Zuständen der Wirbelthiere eigen, die einfache Zahl und gedrängtere Form des Herzens dagegen hier Regel. Es treten jedoch bei Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln accessorische Herzen am Lymphgefässsystem auf, welche anstatt der aus glatten Faserzellen bestehenden Media eine ziemlich mächtige Lage quergestreifter Muskelfasern annehmen, nach aussen dann von einer aus lockerem Bindegewebe bestehenden Adventitia in ihrer Lage und ihrem Verhältnisse zu den subcutanen Lymphräumen erhalten werden Wichtig ist; dass diese Herzen von Rückenmarksnerven direct versorgt werden. Das Blutherz der Wirbelthiere, welches nur bei Amphioxus schlauchförmig ist, nimt von den Gefässhäuten nur die Intima auf. Dieselbe bildet das Endocardium und besteht aus einem Epithel, welches einer dünnen durch eine gleichfalls dünne Bindegewebslage an die nach aussen folgende Muskelschicht gehefteten Lage elastischen Gewebes aufliegt. Die Muskulatur des Herzens wird aus quergestreiften Muskelfasern gebildet, welche (was für die Mechanik der Herzcontractionen von Wichtigkeit ist) netzförmig untereinander sich verbinden. Die Stärke der Muskelschicht ist an den Ventrikeln bedeutender, als an den Atrien, am linken Herzen bedeutender als am rechten. Zwischen den Elementen derselben verbreitet sich Bindegewebe, welches an der inneren Fläche die sehnigen Ansätze der Herzklappen bildet. Auch hier führt es die Nährgefässe und Nerven. Was letztere betrifft, so besitzen dieselben in der Herzsubstanz selbst, besonders in der Nähe der Grenze zwischen Atrien und Ventrikel in der Vorhofscheidewand, zahlreiche Ganglienzellen, an denen Nervenfaserursprünge unschwer zu beobachten sind. Nach aussen endlich wird das Herz von einer serösen Hülle, dem Pericardium, überzogen, einem aus Bindegewebe mit feinen elastischen Elementen versehenen Sack. Bei Fischen, Amphibien und Reptilien ist häufig das viscerale Blatt so mit Lymphgefässen durchzogen, dass es den Anschein eines schwammigen Gewebes annimt. Bei höheren Wirbelthieren sind die Lymphgefässe hier sowol wie im übrigen Herzen verhältnismässig spärlich.

Als physiologisch mit dem System des Blutes und dessen Circulation zusammenhängend ist hier noch der sogenannten Blutgefässdrüsen zu gedenken. Ihr gemeinsamer Charakter wurde schon oben, p. 110, beschrieben, wo sie als Folliculärdrüsen den übrigen, mit Ausführungsgang versehenen, Epithelialdrüsen gegenübergestellt

Digitized by Google

wurden. Zunächst gehört hierher die schon beim Darmsystem besprochene Milz; ferner die Schilddrüse, Nebennieren, Hirnanhang und Thymus. Was die Schilddrüse betrifft, so werden ihre Follikel, welche bei Fischen 0,192^{mm} Durchmesser erreichen[28]), aus einer structurlosen *membrana propria* gebildet, welcher innen eine Lage Zellen oder freier Kerne aufliegt, während der übrige Inhalt eine zähflüssige, zuweilen gallertartige Klümpchen (Colloid) enthaltende Substanz darstellt. Die Follikel werden von einem Gefässe und Nerven führenden Bindegewebe, welches bei Säugethieren stärker, bei Vögeln und besonders Reptilien äusserst wenig entwickelt ist, zusammengehalten. Die Nebennieren schliessen sich insofern eng an die Schilddrüse an, als die zuweilen in Lappen oder Körner getheilte Masse aus einem bindegewebigen, mit reichlichen Gefässen durchzogenen Stroma besteht, in welches ähnliche Follikel mit einem feinkörnigen, Kerne und Zellen führenden Inhalte eingelagert sind. Bei den Säugethieren lässt sich eine Rinden- und Marksubstanz unterscheiden, deren erste die eben bezeichneten Elemente enthält, welche jedoch hier so angeordnet sind, dass das Bindegewebe radiär gerichtete Schläuche zu bilden scheint. Die Marksubstanz enthält in dem sehr gefäss- und nervenreichen Bindegewebslager wol dieselben Theile, als die Drüsenfollikel der Rinde, jedoch konte *Ecker* nur beim Pferde wirkliche Follikel finden. Ebenso besteht auch die Hypophysis, und zwar, wo sie doppelt ist, der untere oder vordere Lappen derselben aus geschlossenen Follikeln der gewöhnlichen Art, in denen sich auch hier eine feinkörnige, Kerne oder Zellen enthaltende Masse findet. Nur bei Fischen weicht der Bau insofern ab, als hier die Follikel äusserst zartwandigen, vielfach verschlungenen Canälen (?) aufsitzen (*Ecker*). Äusserst abweichend ist der Bau der vorzüglich dem kindlichen Alter eigenthümlichen Thymus. Anstatt der geschlossenen Follikel finden sich hier kleine Acini, welche genau den Bläschen einer traubigen Epithelialdrüse entsprechen. Sie sind von einem dichten Capillarnetz und einer Bindegewebshülle umgeben und münden in einen einfachen (Säugethiere, Mensch) oder doppelten (Vögel, Reptilien) centralen Canal, welcher wie die Bläschen von einer Lage Zellen bedeckt wird, jedoch (stets?) geschlossen ist. Der ausgedrückte milchige Inhalt besteht aus Zellen, Kernen, Fetttröpfchen, von denen die letzteren besonders zur Zeit der Involution der Drüse zunehmen. Das gleichzeitig von *Ecker* und

---

28) s. *Al. Ecker*, Art. Blutgefässdrüsen in Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. Bd. IV. p. 111.

Digitized by Google

Robin[29]) entdeckte Organ der Plagiostomen, welches ersterer für die Thymus hält, entspricht vielmehr in seinem Bau der Thyreoidea, weshalb ich es mit *Robin* für eine hintere Thyreoidea dieser Fische halten möchte.

§. 23.

Respirationssystem.

Da nicht bloss das zur Respiration dienende Medium Verschiedenheiten in der morphologischen Bildungsweise der hierher gehörigen Organe bedingt, sondern auch die grössere oder geringere Entwickelung des Blutgefässsystems selbstverständlich in directer Beziehung zu dem Athmen steht, so wird auch die histiologische Zusammensetzung der Athemwerkzeuge eine äusserst verschiedene sein. Gemeinschaftlicher Charakter aller Formen ist, dass eine möglichst grosse Blut enthaltende Oberfläche mit dem zu respirirenden Medium in Berührung tritt. Es werden also Gefässe reichlich in den Bau derselben eingehen; oder das Medium sucht auf röhrenartigen Wegen das Blut selbst auf. Das die gefässführenden Häute deckende Epithelium ist sehr zart, häufig mit Wimpern versehen; wo, wie bei den Lungen, das Medium in das Organ selbst tritt, um dasselbe durch die Öffnung zu verlassen, durch welche es eintrat, sind häufig elastische und contractile Elemente zur Erleichterung der Respiration in den Athemorganen selbst angebracht.

Wo das Wasser, wie bei den **Polypen** und **Medusen**, sich mit dem Chylus mengend den einzelnen Parenchymtheilen direct zugeführt wird, kann von eigentlichen Athemorganen nicht die Rede sein. Ebenso übernimt das Wassergefässsystem in dem oben bezeichneten Sinne die Function der Athmung gleichzeitig mit der der Regulirung des Wassergehaltes des Blutes, so bei Echinodermen und Würmern. Es treten jedoch schon in diesen beiden Abtheilungen eigene Respirationsorgane auf, und zwar bei letzteren als Kiemen, bei ersteren als Kiemen und Lungen.

Bei den **Echinodermen** ist die Function des Athmens lediglich dem Wasserblute übergeben. Die Athemorgane derselben werden von directen Fortsetzungen der diese Flüssigkeit führenden Canäle gebildet, welche wie diese innen flimmern und in ihren Wänden (Muskel-) Fasern erkennen lassen. Sie erscheinen entweder als nach aussen gerichtete Fortsätze (Kiemen der Echinen) oder als Einstülpungen, in welche das Wasser eintritt (Lungen der Holothurien). In beiden

29) Ann. d. sc. nat. III. Sér. T. VII. p. 202.

Digitized by Google

Formen trägt auch die äussere Oberfläche ein Flimmerepithel. Eine besondere histiologische Eigenthümlichkeit bedingt die später zu erwähnende gleichzeitige Verwendung dieses Gefässsystems zur Locomotion.

Die **Würmer** haben entweder ausser den Wassergefässen keine eigenen morphologisch geschiedenen Respirationsorgane (Turbellarien, Anenteraten), oder es treten besondere Organe auf, welche das Blut dem Wasser entgegenbringen, so dass hier, da sich auch das Wasserblut mit dem umgebenden Wasser mischt, eine doppelte Respirationsweise sich ergibt (Branchiati)[1]. Histiologisch betrachtet zeigen diese Kiemen oder Athemgefässe als Gerüst eine äusserst zarte Fortsetzung der bindegewebigen Grundlage der Haut, welche die in die Kiemen eintretenden Gefässe nach Art einer *membrana propria* überzieht. Aussen, bei der Gefässform innen, wird dieselbe von einem zarten Flimmerepithelium bedeckt.

Ausserordentlich mannigfach sind in morphologischer und besonders histiologischer Beziehung die Respirationsorgane der **Arthropoden.** Während die parasitischen Formen der Arachniden und Crustaceen gar keine Andeutung besonderer Athemwerkzeuge erkennen lassen, wird die Respiration bei anderen gleichfalls besonderer Organe entbehrenden Formen (Tardigraden, manche Entomostraken) vielleicht wie bei einigen Würmern durch Wasseraufnahme in die Leibeshöle bewirkt[2]. Dagegen zeigen die höher organisierten Formen beider Abtheilungen theils Kiemen, theils gefässförmig den Körper durchziehende innere Athemorgane, die Tracheen; erstere sind den meisten Crustaceen eigen, letztere den Myriapoden, Arachniden und Insecten. Die Kiemen, welche verschieden gestaltete, bald blatt- bald cylinderförmige Fortsätze der äusseren Haut bilden, bestehen wie diese aus einem, hier ausserordentlich zarten Chitinüberzug (Epithelialbekleidung), welchem im Innern die, nach Angabe der meisten Beobachter, wandungslosen Blutströme zugeführt werden, die entweder einfach schlingenförmig sich in den Kiemenblättern umbiegen oder eine Art Capillarnetz in dem hier sehr spär-

---

1) Da sich nach *Gegenbaur's* Untersuchungen (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 221 sq.) die schleifenförmigen Organe der Lumbricinen höchst wahrscheinlich als Harnorgane herausstellen, so wird der Athemprocess auch hier auf einer Mischung des Wasserbluts mit Wasser durch besondere in die Leibeshöle führende Öffnungen beruhen, was *G.* schon vermuthet (p. 231).

2) Auf jeden Fall ist man mit der Annahme einer Athmung durch die Haut, wie bei vielen niederen Thieren, so auch hier, zu leicht bei der Hand gewesen.

Digitized by Google

lichen (bindegewebigen) Parenchyme bilden [3]). Zu den Tracheen der übrigen Arthropoden sind nach *Rud. Leuckart's* Untersuchungen [4]) auch die sogenannten Lungen der Araneen zu ziehen, welche nach diesem Forscher die dritte Form der Tracheen darstellen, während die baumartig-verästelten der chilopoden Myriapoden und der Insecten, und die unverästelten Röhrentracheen der Araneen und Chilognathen die beiden anderen bilden. Sie bestehen alle aus cylindrischen (Röhrentracheen) oder plattgedrückten Röhren (verästelte Tracheen); oder aus kurzen fächerförmigen (Lungentracheen) Hohlräumen, welche aus einer homogenen Chitinhülle gebildet werden. Dieser liegt bei den verästelten Tracheen ein gleichfalls aus Chitin bestehender Spiralfaden dicht auf, welcher entweder für jeden Zweig einfach, bei Theilungen neu beginnend oder aus Halbringen zusammengesetzt ist. Nach aussen endlich überzieht eine (proteinhaltige) bindegewebige seröse Hülle entweder jede Röhre einzeln oder (wie bei den Lungentracheen) den ganzen Tracheenfächer gemeinschaftlich. Die beiden Röhrenformen der Tracheen, deren eine von beiden sämtlichen genannten Arthropoden mit Ausnahme der Scorpione zukömt, werden allmählich immer feiner, bis sie in, die Organe umspinnende Canäle von dem Durchmesser der feinsten Haargefässe übergehen, mit welchen sie auch (nach den Angaben von *H. Meyer* und *Kölliker*, s. oben) eine ähnliche Entwickelung aus sich verlängernden und verschmelzenden Zellen gemein haben. Der Eingang zu den Tracheen wird von besonderen, sich histiologisch an die äussere Haut genau anschliessenden Hornplatten umgeben; die Lage und Form dieser Stigmen gehört jedoch der speciellen Morphologie an.

Weitaus die meisten **Mollusken** athmen durch Kiemen. Die constituirenden Gewebe dieser Organe sind um so leichter nachzuweisen, je weniger durch Verhornung oder dergl. der Untersuchung Schwierigkeiten bereitet werden. Parallel der morphologischen Zusammensetzung der betreffenden Organe ist auch ihr histiologischer Bau einigen kleinen Modificationen unterworfen. Überall sind jedoch eine zarte, homogene Fortsetzung des bindegewebigen Corium als Träger des Blutcapillarnetzes und ein dieselbe deckendes, zartes Flimmerepithelium die wesentlichsten Theile. Zu diesen kommen in eigenthümlicher Anordnung bei den Tunicaten, Acephalen und Cephalophoren noch stärkere Bindegewebsstränge oder Leisten,

---

3) Trotz der Übereinstimmung in den Angaben über die Wandungslosigkeit kann ich nicht umhin, meine Zweifel an derselben auszusprechen.

4) Zeitschr. f. wiss. Zool. 1. p. 246.

Digitized by Google

welche die morphologischen Träger der blatt- oder büschel- oder fadenförmigen Kiemen bilden. Bei den Cephalopoden tritt an dieser Stelle wirklicher Knorpel auf, der in der Form kleiner Stäbchen die zarte, das respirirende Capillarnetz führende Bindegewebslamelle stützt. Als accessorische Elemente sind noch Muskelfasern zu erwähnen, die wie bei den Acephalen entweder die Basis der Kiemenblättchen besetzen oder wie bei vielen Cephalophoren und den Cephalopoden theils den Axentheil der feder- oder fächerförmigen Kiemen einnehmen, theils die Contractilität der einzelnen Blättchen bedingen. Als Übergangsform zu den Lungen kann man jene Einrichtung betrachten, wo entweder die Kiemen in einer von der äusseren Haut gebildeten Höle verborgen liegen, deren zarte gefässreiche Haut von einem Flimmerepithelium bedeckt wird, oder wo die Kiemenblätter beider Seiten (wie bei den Acephalen) in der Mittellinie zur Bildung einer Kiemenhöle verwachsen. An diese Form schliessen sich die Kiemen der Tunicaten; die die Gefässe tragenden Bindegewebsleisten bilden ein erhabenes Maschenwerk, deren freie Ränder mit langen Cilien besetzt sind. Wirkliche Lungen finden sich nur bei den Pulmonaten unter den Cephalophoren. Hier trägt die zwischen Mantel und Eingeweidemasse gelegene Lungenhöle auf erhabenen Bindegewebsleisten, welche gleichzeitig Muskelfasern enthalten, das respirirende Gefässnetz; auch hier ist die structurlose, den Gefässen eigene Haut eng an die umgebenden Gewebtheile geheftet, so dass ihre Anwesenheit Zweifel erregen konte. Dagegen beschreibt *Leydig* das Epithel der nach ihm keine weitere Membran besitzenden Kiemenarterie bei Paludina. Den Eingang in die Kiemen- und Lungenhöle bildet ein von der äusseren Haut umgebenes sphincterartig zu verschliessendes Loch. Durch dasselbe setzt sich die Epidermis als Epithelium in die Lungenhöle fort, welches, wie *v. Siebold* zuerst angab, nur bei den im Wasser lebenden Pulmonaten flimmert.

Von grossem Interesse sind die bei vielen Mollusken vorhandenen Wasserbehälter, die vielleicht, wie ich oben andeutete, ein Rudiment des Wasserblutsystems darstellen, jedoch darin von den eigentlichen Wasserblutgefässen abweichen, als sich in ihnen das Blut nicht mit dem Wasser mischt. Hierher gehört einmal die Vorhöle der Bojanus'schen Drüse (*Keber*) bei Acephalen, dann die Nierenhöle mancher Cephalophoren[5]), endlich die neuerdings von *H. Müller*

5) Bei Paludina soll nach *Leydig* in der Niere das Blut sich mit Wasser mischen: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 175, was *Keber*, sich auf die Analogie des von ihm bei Anodonta entdeckten stützend, sehr bezweifelt, a. a. O. p. 89.

Digitized by Google

genauer beschriebenen Seitenzellen der Cephalopoden, welche alle jedoch auf keine Weise als eine Reduction des Gefässapparates anzusehen sind, eben so wenig wie als Respirationsorgane, da sie wol mehr mit der Statik der Secretion zusammenhängen.

Unter den **Wirbelthieren** athmen bekanntlich die Fische und Amphibien, letztere entweder nur während ihres Larvenzustandes oder während ihres ganzen übrigen Lebens, durch Kiemen, während die drei höheren Classen Lungen besitzen. Die Kiemen der Fische, deren morphologisches Verhalten später erörtert werden wird, lassen, wie die gleichen Organe der Amphibien, die schon bei den Mollusken vorhandenen Gewebe erkennen. Die das respiratorische Gefässnetz tragende Bindegewebslamelle breitet sich auf einem in der Regel knorpeligen Gerüst aus, welches entweder als die Axe eines Kiemenblättchens auftritt, deren viele die gleichfalls knorpeligen oder knöchernen Kiemenbogen reihenförmig besetzen (Plagiostomen, Ganoiden, Teleosten), oder welches eine Art Gitter bildet, durch dessen Spalten das zur Respiration dienende Wasser abfliesst (Amphioxus); oder endlich die zarte Schleimhaut bildet faden- oder büschelförmige Fortsätze (Embryonen der Plagiostomen, Amphibien). Bedeckt wird dieselbe von einem Flimmerepithelium. Die einzelnen Kiemenblättchen erhalten ausserdem noch feine Nährgefässe. Die die Kiemen bergende Spalte oder Höle ist von einer Fortsetzung der Mundhölenschleimhaut ausgekleidet mit zahlreichen traubigen Schleimdrüsen. Die Kiemen der Cyclostomen, welche morphologisch scheinbar abweichend gebaut sind, lassen doch dieselbe Anordnung der Gewebe erkennen. In der serösen Hülle der einzelnen runden Kiemensäcke bildet das die respiratorischen Gefässe tragende Bindegewebe radial gestellte Taschen, deren noch feiner gefaltete Oberfläche das Capillarnetz dem eindringenden Wasser darbietet, während das Centrum von dem ein- und austretenden Kiemengange eingenommen wird, dessen Elemente sich nach aussen in die der Haut, nach innen in die der Schleimhaut des Oesophagus fortsetzen. Das die Falten überziehende Epithel flimmert jedoch nach *J. Müller* bei Myxine nicht[6]). — An den Lungen der übrigen Wirbelthiere ist zunächst dieses Gebilde selbst, dann sein Ausführungsgang mit dem an demselben angebrachten Stimmorgan zu betrachten. Die Lungen schliessen sich im Bau ganz an die p. 110 aufgeführte dritte Form der Epithelialdrüsen an, indem sie bei Amphibien und Reptilien Hohlräume darstellen,

6) s. Untersuchungen über die Eingeweide der Fische, Schluss der vergleich. Anat. d. Myxin. Abhdlg. d. Berlin. Akad. 1843. Phys.-math. Kl. p. 111.

Digitized by Google

deren innere Oberfläche durch Vorsprünge, welche sich von ihr erheben, in kleinere oder grössere zellige Räume abgetheilt werden. Diese bilden endlich kleine Bläschen, welche dem nun zum Ausführungsgange gewordenen ursprünglichen Drüsenhohlraum aufsitzen (Vögel und Säugethiere). Die constituirenden Gewebe sind vorzüglich die bindegewebige Schleimhaut mit zahlreichen elastischen Fasern und Epithel, welches in den Lungenbläschen der höheren Classen nicht, dagegen in deren Ausführungsgängen und in den zelligen Amphibien- und Reptilienlungen Wimpern besitzt. Die Schleimhaut, welche in den Lungenbläschen zu einer homogenen Membran wird, trägt das sehr enge Capillarnetz. Umgeben werden endlich die Lungenbläschen von wenig Bindegewebe, welches die einzelnen Theile der Lunge zusammenhält und in welchem gleichfalls doch spärlich elastische Elemente sich finden. Zu diesen Geweben treten schon in den feineren Bronchien der Vögel und Säugethiere, bei Amphibien und Reptilien erst in der Trachea knorpelige Ringe oder Halbringe und contractile Faserzellen, welche die Luftwege kreisförmig umgeben. In der Luftröhre selbst sind jedoch die letztern, welche hier kurze Sehnen von elastischem Gewebe haben, nur auf die hintere membranöse Wand beschränkt. Gleichzeitig ist die Schleimhaut stärker geworden und erhält zahlreiche traubige Schleimdrüschen, während ihr Epithel flimmert. Quergestreifte Muskelfasern treten nur von aussen an die Trachea und den Kehlkopf, sowol den obern als den an der Theilungsstelle der Trachea gelegenen untern der Vögel, welcher histiologisch durch theilweise Verknöcherung der in seine Zusammensetzung eingehenden Knorpelringe und zuweilen selbst der Schleimhaut, dann durch Auftreten besonderer elastischer Bänder ausgezeichnet ist. Am obern Kehlkopf, in Bezug auf dessen Morphologie auf später verwiesen wird, ist das Auftreten verschiedener Modificationen des Knorpels interessant, indem hier sowol hyaliner (Schild-, Ring- und Giessbeckenknorpel) als Netzknorpel (Epiglottis, Santorini'scher und Wrisbergischer Knorpel), als auch Faserknorpel (*cartilago triticea*) sich findet. Die zwischen den einzelnen Knorpeln auftretenden Bänder bestehen vorwiegend oder wenigstens einem grossen Theile nach aus elastischem Gewebe.

§. 24.

Harnsystem.

Wesentliche Elemente sind hier, wie bei allen einer specifischen Secretion vorstehenden Drüsen, capillare und grössere Blut zu- und

ableitende Gefässe und secernirende Zellen, von welchen die ersteren in den Nieren häufig eine in Bezug auf die Physiologie der Secretion interessante Anordnung zeigen, theils zur Erhöhung des Drucks in ihnen, theils zur Verlangsamung der Circulation. Unterstützend wirken in dieser Hinsicht häufig noch contractile Elemente. Zu den Centralorganen dieses Systems, den Nieren, kommen dann noch häufig ableitende Gänge, die man bei Wirbelthieren als Harnleiter und Blase kennt und an deren Bildung sich vorzüglich eine Schleimhaut mit Schleimdrüsen, glatte Muskeln und an den Orificien derselben zuweilen quergestreifte Muskelfasern betheiligen. Die Verbindung der Harnorgane mit denen des Generationssystems, wie sie wenigstens in den ausführenden Wegen bei Wirbelthieren auftritt, ist für die Bedeutung derselben ohne Einfluss und, wie erwähnt, als einfaches morphologisches Factum anzusehen. Für die Erkennung der hierher zu rechnenden Gebilde ist die chemische Beschaffenheit der entweder in den Ausführungsgängen frei sich findenden oder noch in den Zellen eingeschlossenen, sich aber stets in letzteren bildenden Secretstoffe von Wichtigkeit. Der bis jetzt bei wirbellosen Thieren, wo deren Erkennung zur Bestimmung der Niere von Wichtigkeit ist, am häufigsten gefundene Körper ist Harnsäure und deren Salze, deren Gegenwart selbst innerhalb der Zellen leicht durch die Murexidprobe zu constatiren ist. Ferner kömt, und zwar häufiger als man bis jetzt angenommen hat, Guanin in den Nieren vor. Der ungleich schwierigere Nachweis dieses Stoffes verzögert jedoch die Erkennung desselben und die damit erfolgende Bestimmung der Harnorgane sehr[1]).

Unter den wirbellosen Thieren fehlen die Harnorgane den **Protozoen.** Bei den **Anthozoen** dürfen wol die Mesenterialfilamente für Nieren gehalten werden. Sie stellen durchweg aus Zellen gebildete Fäden dar, deren im Centrum des Stranges liegende Zellen einen eigenthümlichen gelblichen, zuweilen scheinbar krystallinischen Inhalt besitzen. Schon *Bergmann* und *Leuckart* sprechen die Vermuthung aus[2]), dass sie Harnorgane sein dürften, während weder *Frey* und *Leuckart*, noch *v. Siebold*, noch *Th. v. Hessling*[3]) ihrer in dieser Bedeutung erwähnen. Ich möchte den eigenthümlichen Zellen-

---

1) Über die Secretionszellen vergl. das oben bei dem Drüsengewebe Gesagte.

2) a. a. O. p. 214. Dass sie Secretionsorgane seien, sagt auch *H. Hollard, Monographie anatom. du genre Actinia:* Ann. d. sc. nat. III. Sér. T. XV. p. 279. Auf Taf. 6. Fig. 9 gibt Verf. eine mikroskopische Darstellung derselben.

3) Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnabsonderung. Jena 1851.

Digitized by Google

inhalt nach einigen mit demselben angestellten, jedoch allerdings aus Mangel an Material nicht ganz vollständigen chemischen Versuchen für Guanin halten. Bei den Hydroiden hat man bis jetzt so wenig als bei den Acalephen Harnsecretionsorgane finden können. Nach einer Mittheilung *Kölliker's* hat derselbe jedoch bei Porpita eine guaninhaltige Niere gefunden[4]). Dieselbe stellt aus einer hellen Substanz gebildete Röhren dar, in deren Inhalte sich rundliche Körner, wie Eiweiss- oder Fetttropfen, und kleine krystallinische Körperchen fanden, welche letztere sich als Guanin herausstellten. Dagegen scheinen die Mastdarmblindsäcke der **Asterien** und das Cuvier'sche Organ der **Holothurien**[5]) für Nieren angesprochen werden zu müssen, da die die Hölen dieser Organe auskleidenden Zellen theilweise von ähnlicher Masse gefüllt erschienen, wie die der Mesenterialfilamente der Polypen, welche sich auch chemisch ganz gleich verhielt[6]). — Histiologische Daten über etwaige Harnorgane bei den **Würmern** hat man bis jetzt nur von Lumbricus und Saenuris, wo *Gegenbaur*[7]) gezeigt hat, dass die sogenannten Respirationsorgane höchst wahrscheinlich Nieren darstellen, indem hier an dem drüsigen Abschnitt der betreffenden Canäle Zellenmassen vorkommen, deren Beziehung zur Secretion allerdings noch nicht ganz aufgeschlossen ist[8]). Ferner gehört hierher das Excretionsorgan der Trematoden, welches zuweilen mit kaum distincten Wandungen, zuweilen mit structurloser Haut und innerer Flimmerbewegung versehen, einen häufig gefärbten aus Körnern und Bläschen bestehenden, zuweilen selbst krystallinischen Inhalt besitzt[9]).

Unter den **Arthropoden** sind die Harnorgane bei den Crustaceen noch am wenigsten verbreitet gefunden. Nach *v. Gorup-Besanez* und *Will*, denen sich *v. Hessling* anschliesst, wäre das grüne drüsen-

---

4) s. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 368.

5) s. auch *Jaeger*, *De holothuriis*, *p.* 38.

6) Bekanntlich fanden *Müller* und *Troschel* (System der Asteriden p. 132) in den Mastdarmblindsäcken der Asterien keine Harnsäure. Nach dem oben Erwähnten scheint hier Guanin vorzukommen. Ich untersuchte *Asteracanthion rubens* und *Solaster papposus*, *Holothuria pentactes* und *Cucumaria frondosa*.

7) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 231. Taf. XII.

8) Schon *Quatrefages* vermuthete, dass diese Canäle beim Blutegel wie bei Lumbricus Secretions- und keine Respirationsorgane darstellen: Ann. d. sc. nat. III. Sér. T. XIV. p. 297. Anm., was in Bezug auf Sanguisuga schon *Brandt's* Ansicht war (Medic. Zool. Th. 2. p. 251).

9) Vergl. *Van Beneden*, *Note sur l'appareil circulatoire des Trématodes: Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique, T. XIX. P.* 1. *p.* 573. und *Wagener* in Müll. Arch. 1852. p. 561.

Digitized by Google

artige Organ in der Nähe des Gehörorgans beim Flusskrebs als Niere zu deuten. Die Ersteren fanden Guanin darin, doch fehlen noch histiologische Angaben. Sicher sind dagegen die Malpighi'schen Gefässe der Myriapoden und Arachniden harnabsondernde Organe, so wie dieselben, früher für gallenabsondernde Theile gehaltenen Organe bei den Insecten[10]). Dieselben bestehen überall aus einer structurlosen *membrana propria*, der häufig aussen eine Tracheen führende Bindegewebshaut anliegt, während sie innen die secernirenden Zellen trägt. Meist tritt hier Harnsäure und ihre Salze auf, doch findet sich bei den Arachniden zuweilen Guanin. Die Zellen sind überall deutlich gekernt und enthalten die Secretstoffe entweder in sich, zuweilen in sogenannten Secretbläschen, oder zwischen sich.

Mit Ausnahme der Tunicaten finden sich bei den **Mollusken** ganz allgemein harnsecernirende Organe. Ob bei jenen vielleicht einige den Endtheil des Darmes bedeckenden Epithelzellen die Function der Harnsecretion haben, ist nicht ausgemacht, jedoch möglich, da der Annahme nichts im Wege steht, dass die Nieren, eben so wie die Leber, in ihrer Form bis auf eine Zellenschicht reduciert werden. Die übrigen Acephalen besitzen in der Bojanus'schen Drüse eine Niere[11]). Dieselbe stellt einen paarigen oder unpaarigen aus Bindegewebe gebildeten Sack dar, dessen innere Oberfläche durch Vorsprünge und Falten in Fächer und Abtheilungen angeordnet ist. Die äussere Oberfläche hat ein Pflaster-, die innere ein Flimmerepithelium. In den Falten breiten sich Gefässe aus, welche hier zahlreiche Knäuel bilden[12]). Bedeckt werden dieselben von der eigentlichen Drüsenzellenschicht, deren Elemente sich durch den körnigen, gefärbten, häufig auch krystallinischen Inhalt auszeichnen und nach innen das eigentliche, flimmernde Epithel tragen. Bei der Auster sollen die secernirenden Zellen den Venen und der Herzkammer direct aufsitzen und ihr Secret in die umgebende Flüssigkeit der Herzhöle ergiessen. Die Niere der Gastropoden hat gleichfalls die Gestalt eines Sackes[13]), dessen Wände von den auseinanderweichenden

---

10) Vergl. *H. Meckel*, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niedern Thiere. Müll. Arch. 1846. p. 41. *Th. v. Hessling*, a. a. O. p. 28 u. flgde.

11) *Keber* erklärt diese allerdings (a. a. O. p. 74) für eine Schalendrüse; indess spricht hiergegen sowol die wahrscheinliche Gegenwart von Guanin in derselben (*Will* und *v. Gorup-Besanez*) als besonders die genaue histiologische Beschreibung, welche *Th. v. Hessling* von derselben gegeben hat, a. a. O. p. 7.

12) s. *v. Hessling*, a. a. O. Fig. 1.

13) Bei den Pteropoden und Heteropoden sind bis jetzt Nieren noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Digitized by Google

Bindegewebeplatten der Lungen- oder Kiemenhöle gebildet werden. Ihre innere Oberfläche, welche durch zahlreiche Vorsprünge in Falten gelegt ist, trägt die secernirende Zellenschicht, welche in ihrem Inhalte verschiedene Grade der Secretion erkennen lässt, von kleinen gefärbten Körnern bis zu grösseren krystallinischen Massen. Flimmerhaare besitzen nur die Epithelzellen des Ausführungsganges. Während *v. Siebold* annimt, die Niere enthalte durchaus keine Gefässe[14]), beschreiben neuerdings *Leydig*[15]) und *v. Hessling* deren Gefässe, wie früher *Treviranus*, dass nämlich die venösen Gefässe sich in den Wänden des Sacks verbreiten und dann in den Lungenvenenstamm eintreten. Die Nieren der Cephalopoden, die sogenannten schwammigen Venenanhänge, sind zuerst von *E. Harless*[16]), dann von *Th. v. Hessling*[17]) histiologisch untersucht worden. Sie sind insofern höchst eigenthümlich, als sie, wie *v. Siebold* sehr treffend bemerkt, umgestülpten Drüsenschläuchen zu vergleichen sind. Die beiden Holvenen tragen nämlich mehr oder weniger verlängerte Anhänge, in welche sich eine Erweiterung der Vene und von der Hölung dieser aus entweder Capillargefässe oder durch das Fasergewebe der Vene gebildete netzförmige Maschenräume erstrecken. Diese Anhänge werden von einer *tunica propria* bekleidet, welcher eine Schicht freier Kerne (?) und ein Epithelium aufliegt, das nach *v. Hessling* Pflaster-, Cylinder- und Flimmerzellen in verschiedener Abwechselung trägt. *Harless* lässt nun die Absonderung der Harnconcretionen in diesen Epithelialzellen erfolgen, während *v. Hessling* die Secretstoffe ihm nur aufliegend beschreibt. Den eigentlichen Secretionsherd verlegt letzterer in die Höle des (nach ihm muskulösen [s. oben], nach *v. Siebold*, *Frey* und *Leuckart* der Muskelfasern entbehrenden) Kiemenherzens, dessen innere Fläche die in verschiedenen Graden mit Harnconcretionen gefüllten Zellen trägt. Diese Secretzellen sollen nun nach diesem Beobachter durch einen in der muskulösen Wand des Kiemenherzens verborgenen Gang in die Anhänge desselben übergehen, welche ein Conglomerat der beschriebenen Venenläppchen darstellen, und von diesen dann in die Höle der Seitenzellen, wo sie sich dann auf den schwammigen Körpern ablagern.

Zu den Centralorganen des Harnsystems, den Nieren, kommen bei den **Wirbelthieren** constant noch ableitende Harnwege, Ureteren,

14) a. a. O. p. 340.
15) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 175.
16) *Wiegmann-Troschel's* Archiv f. Naturgesch. 1847. p. 1. u. *v. Siebold*, Lehrb.
17) a. a. O. p. 19.

Digitized by Google

die sich entweder in die Cloake öffnen oder in eine besondere Harnblase, jedoch auch zuweilen den Harn durch die Cloakenhöle in die Blase gelangen lassen. Wesentlich constituirende Elemente sind auch hier Blutgefässe und Zellen, welche letztere als Epithel den Wandungen der Harncanälchen aufliegen, deren secretorische Thätigkeit jedoch an bestimmte Stellen gebunden ist. Zusammengehalten werden die einzelnen Theile durch eine formlose Bindesubstanz in meist sehr geringer Menge, in welcher *Virchow* Muskelfasern beobachtet zu haben angibt[18]), und welche nur beim Eintritt der Gefässe und Nerven dieselben als wirkliches Bindegewebe eine Strecke weit begleitet. Während bei den Fischen, Amphibien, Reptilien und Vögeln die Harncanälchen eine locker verschlungene vom Peritoneum überzogene Masse darstellen sind dieselben bei den Säugethieren verschieden angeordnet. In der ganzen Rindenmasse der Niere sind sie nämlich gewunden und verschlungen, nehmen aber, wenn sie sich dem gemeinschaftlichen Ausführungsgange nähern, einen gestreckten Verlauf an, so dass die Marksubstanz strahlenförmig verlaufende Canälchen zeigt. Die Verbindung dieser mit dem Ureter ist den Verschiedenheiten des Nierenbaues selbst ziemlich entsprechend verschieden vermittelt, indem bei den erstgenannten vier Classen die Harncanäle unmittelbar in den Ureter oder umgekehrt dieser durch baumartige Verzweigungen in die Harncanäle übergeht, während bei den Säugethieren die bündelartig convergirenden Canälchen in eine Erweiterung des Ureter, das sogenannte Becken, einmünden, und zwar wiederum verschieden, nämlich entweder direct auf der concaven Oberfläche des Beckens (Pachydermata) oder auf einer oder mehreren Papillen (die meisten übrigen Säugethiere), welche warzenartig in die Höle des Beckens hineinragen. Eigenthümlich ist die Anordnung der Blutgefässe. Die feineren Äste der Arterien geben nämlich bei den Säugethieren in der Rindensubstanz, bei den übrigen Classen an den meisten Stellen der Nieren feine Zweige ab, welche sich schnell in noch feinere Zweige und endlich in Capillarschlingen spalten und ohne mit einander anderweit zu communiciren auf dieselbe Weise zu kleinen abführenden Stämmchen vereinigen. Auf diese Weise werden kleine Gefässknäuel gebildet, von denen eine ziemlich beträchtliche Zahl in dem Nierengewebe verbreitet ist. Es werden nun diese Knäuel von Erweiterungen der Harncanälchen aufgenommen, den sogenannten Malpighi'schen Körperchen, und zwar auf die Weise, dass die zu- und abführenden Stämmchen des Gefäss-

---

18) Archiv für patholog. Anat. Bd. III. p. 247.

Digitized by Google

knäuels die *membrana propria* der Harncanälchen einfach durchbohren, so dass derselbe in der Höle der von letzteren gebildeten Kapsel liegt [19]). Diese Erweiterungen der Harncanälchen (Müller'sche Kapseln) liegen entweder am blinden Ende oder inmitten des Verlaufs eines Canälchens. Die Harncanälchen bestehen aus einer *membrana propria* und einem dieser aufliegenden Epithel, welches in der Nähe der Malpighi'schen Körperchen vielleicht bei allen Wirbelthieren flimmert; ihr Durchmesser schwankt nur unbedeutend. Die Zellen sind meist platt, einschichtig und setzen sich in der Kapsel der Malpighi'schen Körperchen über die Oberfläche des Gefässknäuels weg, so dass derselbe entweder in einer Einstülpung der Epithelialzellenschicht liegt, oder von einer nur einfachen Lage Zellen von der *membrana propria* und der Höle des Canälchens, oder nur von letzterer getrennt wird [20]). Die ableitenden Harnwege besitzen eine ordentliche Schleimhaut, jedoch ohne Drüsen, und eine Lage glatter Muskeln, welche dann von einer bindegewebigen Hülle umkleidet werden. Wo eine Harnblase vorhanden ist, zeigt dieselbe die gleichen Gewebe, jedoch stärker entwickelt. In der Schleimhaut finden sich Schleimdrüsen ein, das Epithel wird mächtiger, die Muskulatur reichlicher. Ausser den glatten Elementen der letzteren treten zuweilen, bei beiden Geschlechtern, Theile des animalen Muskelsystems als *musculus urethralis* und *acceleratores urinae* an den Öffnungen der Harnwege auf, die aus quergestreiften zusammengesetzten Elementen bestehen. Wo, wie bei den männlichen Säugethieren, der Ausführungsgang der Blase, die Urethra, das männliche Begattungsglied durchbohrt, erleidet sein Bau einige, bei den Generationsorganen zu besprechende Modificationen.

§. 25.

System der Fortpflanzungsorgane.

Entschieden die wichtigsten Organe sind hier diejenigen, welchen die Production neuer Keime, der Eier, übertragen ist, da überhaupt durch diese erst die Möglichkeit einer Erhaltung der Art gegeben

---

19) Zuerst dargestellt von *W. Bowman*, *On the structure and use of the Malpighian bodies of the kidney: Phil. Trans.* 1842. *I. p.* 57. Obgleich *Bidder* und *Reichert* das angegebene Verhalten bezweifeln, mussten es doch *Gerlach*, *v. Wittich*, ich selbst, *v. Hessling* und *Kölliker* (a. a. O.) bestätigen.

20) Dies verschiedene Verhalten der Epithelzellen, auf welches ich (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 60) aufmerksam gemacht habe, dürfte wol kaum von verschiedenen physiologischen Zuständen der Niere abgeleitet werden können, wie es *v. Hessling* (a. a. O. p. 62) will.

Digitized by Google

wird. In zweiter Linie schliessen sich dann die samenbereitenden Organe an, welche in der Mehrzahl der Fälle durch ihre Secrete das Ei vor seiner Entwickelung zu befruchten haben. Da beide Elemente, Eier und Samen, Zellen oder den Zellen verwandte Gebilde sind, werden auch hier wesentliche Elemente bei der Bildung der betreffenden Organe Zellen sein, deren Verbindung mit anderen Gewebtheilen verschieden sein kann. Da ferner beide Producte der die Centralorgane dieses Systems darstellenden Geschlechtsdrüsen das Individuum zu einer Zeit ihrer Entwickelung verlassen, so werden bei der allmählichen Complication der betreffenden Apparate wesentlich muskulöse Theile zur Ausstossung von Eiern und Samen auftreten, mit welchen dann gleichzeitig eigenthümlich angeordnete Vorrichtungen verbunden sind, um die Begattung und Befruchtung zu ermöglichen, wo eine solche auftritt, und den bei der Secretion beider Producte eintretenden Reizzustand durch Erregung der Wollust zu vermitteln. Endlich gehören hierher, da man das Geschäft der Fortpflanzung auch auf die Äusserungen übertragen muss, durch welche die Entwickelung der sich entwickelnden Brut gesichert oder erst ermöglicht wird, die Brutorgane und die zur ersten Ernährung der neuen Generation dienenden Milchdrüsen und deren Analoga. Im Einzelnen ergibt sich Folgendes.

a) *Histiologie der eigentlichen Generationsorgane.*

Entsprechend ihrer übrigen so höchst einfachen Organisation entbehren die **Protozoen** eigentlicher histiologisch differenzierter Fortpflanzungswerkzeuge. Wie jedoch bei der Vermehrung der Zellen der Kern eine Hauptrolle spielt, so ist auch bei den einer einfachen Zelle zu parallelisirenden Protozoen ein kernartiges Gebilde im Inneren des Körpers in vielen Fällen als der Theil erkannt worden, von dem die Neubildung junger Individuen ausgeht. Die Anregung zur Weiterentwickelung kann aber hier nur selten einer Berührung mit einem anderen befruchtenden Stoffe

Fig. 7.

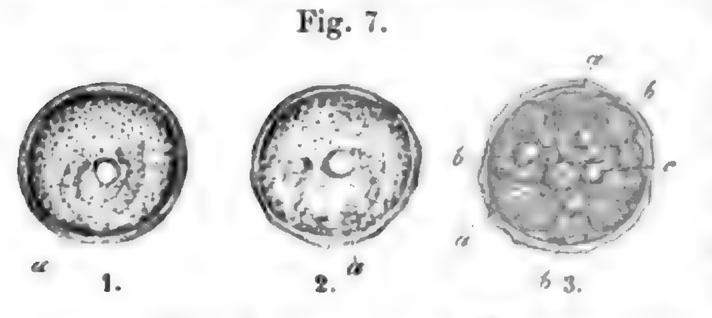


Fig. 7. Cysten von *Vorticella microstoma Ehrbg.* Bei 1. enthält der Zelleninhalt neben einem Hohlraum den unveränderten Kern *a* (Keimkern), der bei 2. in mehrere sporenartige Körper zerfallen ist. Die reife Cyste 3. enthält mehrere den vergrösserten Sporen entsprechende blasenförmige Auftreibungen *a*, bei *b* contractile helle Stellen, von denen die eine bei *c* im Moment der Ausdehnung dargestellt ist. — Nach *Stein.*

Digitized by Google

zugeschrieben werden; vielmehr scheint hier die durch äussere Verhältnisse bedingte Änderung in dem elementären physikalischen und chemischen Gleichgewichte innerhalb des Kernes den Anstoss zur weiteren Formveränderung einzig und allein zu geben. An eine morphologische Differenz zweier Geschlechter ist demnach hier noch nicht zu denken (vergl. das im nächsten Buche über die Entwickelung der Protozoen Mitgetheilte).

Die Generationsorgane der **Coelenteraten**, deren so interessante Morphologie später ausführlich geschildert wird, stimmen durch die grosse Einfachheit ihres histiologischen Baues mit einander überein. Es treten hier bei denjenigen Thieren, bei welchen das Fortpflanzungsgeschäft nicht besonderen Individuen übergeben ist, innerhalb der Leibeshöle (selten an der äusseren Oberfläche) unter dem Epithelüberzug Zellen auf, die sich bei den einen zu Eiern, bei den anderen zu samenbereitenden Zellen umbilden. Durch ein Bersten der sie bedeckenden Zellenschicht treten diese Gebilde dann zunächst in die Leibeshöle, aus dieser dann in das umgebende Wasser. Besondere Gewebe, welche den Geschlechtsproducten als Bildungsstätte dienen, sind noch nicht vorhanden. Die der Leibesmasse angehörigen Muskelfasern bewirken gleichzeitig das Austreten der Eier und Samenkörper. Ob diese sich an der inneren Fläche der geräumigen Leibeshöle der Anthozoen oder an den gefässartigen Fortsetzungen derselben bei den Acalephen entwickeln, ist für die Histiologie derselben gleichgültig. Es werden hier meist Eier und Samen in verschiedenen Individuen gebildet. Nur die **Ctenophoren** weichen hiervon ab, insofern hier zu den Seiten der Rippen einerseits Eier, andererseits Samenzellen sich bilden. Der von *Will*[1]) beschriebene Ausführungsgang existiert nach *Bergmann* und *Leuckart*[2]) und den neueren Mittheilungen

Fig. 8a.

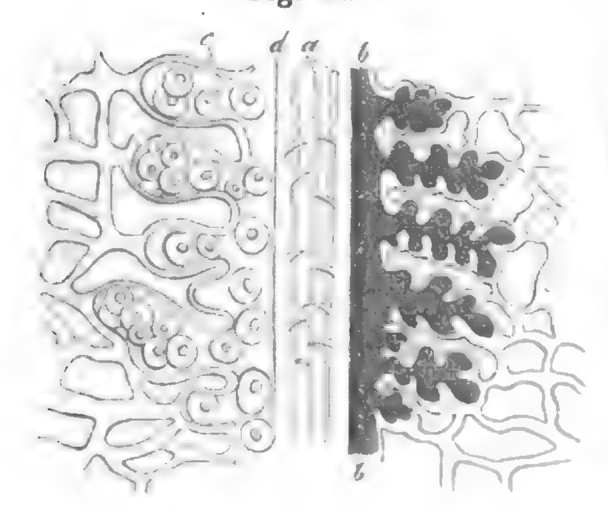


Fig. 8b.

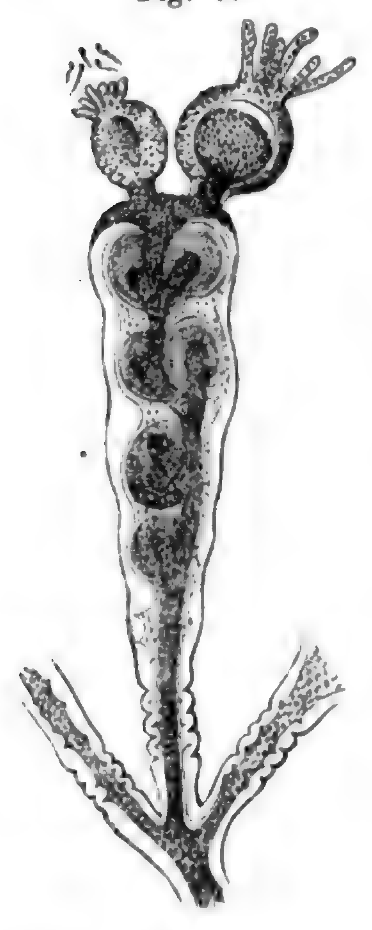
1) *Horae tergestinae.* Leipz. 1844. p. 40.

2) Anat.-phys. Übersicht des Thierreichs p. 600.

Fig. 8. Geschlechtsorgane von *Beroë rufescens.* a) Dieselben *in situ* mit Hinweglassung der Schwingplättchen; *a* Längsmuskeln, *b* Hoden, *c* Ovarium, *d* Rippengefäss. — b) Einzelne Hodenschläuche stärker vergrössert. — Nach *Will.*

Kölliker's[3]) nicht; vielmehr entleeren die Generationsorgane hier wie bei den Schirmquallen ihre Producte in die Rippengefässe, in deren Wänden letztere gebildet werden und von welchen sie der Leibeshöle zugeführt werden. — In den Formen, wo die Production der Generationstheile besonderen Individuen übergeben ist (Hydroiden und Siphonophoren; vergleiche §. 33), weicht die histiologische Anordnung derselben kaum von der beschriebenen ab, nur dass hier der ganze zellige Inhalt der Leibeshöle sich bei der Bildung der Geschlechtsproducte betheiligt, indem entweder, wie bei Corynen, Campanularien (wo sich sogar eine successive Entwickelung mehrerer männlicher Individuen innerhalb eines „Bechers" findet), der Eier- oder Spermasack die Leibeshöle ganz ausfüllend einem blinden Fortsatze des allgemeinen Nahrungscanales aufsitzt, während er dieser Befestigungsstelle gegenüber Eier oder Samen durch die secundär auftretende Mundöffnung austreten lässt[4]), oder (Siphonophoren) der Eier- oder Spermasack wird von einer äusseren, wie alle Medusenkörper mit Längs- (Rand-) und Ringgefässen versehenen Hülle umschlossen und meist noch durch einen besonderen an das Geschlechtsorgan tretenden Schlauch, der mit dem, die allgemeine Nährflüssigkeit enthaltenden Canale im Stamme wie mit den Gefässen communiciert, direct mit Nährflüssigkeit versorgt[5]). — Es wurde schon erwähnt, dass mit dem Auftreten eines besonderen Darmes

Fig. 9.



3) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 317.

4) s. *M. S. Schultze*, Über die männlichen Geschlechtsorgane der *Campanularia geniculata*. Müll. Arch. 1850. p. 53.

5) Vergl. *Kölliker*, Die Schwimmpolypen von Messina. Leipz. 1853. p. 9. von Forskalia Edwardsii, p. 14. von Agalmopsis Sarsii etc. Taf. II. Fig. 1. *n. o.* Fig. 2. 3. 4. Taf. III. Fig. 1. *k. l.* Fig. 4. 5. etc.

Fig. 9. Achselständiger Polypenbecher von *Campanularia geniculata*. An dem den ganzen Polypenstamm durchziehenden Nahrungscanal sitzen innerhalb des Bechers mehrere unentwickelte Männchen. Am obern Ende sind deren zwei frei geworden, von denen das linke die Samenmasse bereits hat austreten lassen, während das rechte noch die die Leibeshöle füllende Samenkapsel zeigt. — Nach *Schultze*.

Digitized by Google

auch Leitungsapparate für Eier und Samen gegeben werden. Bei den **Echinodermen** sind in der Regel solche vorhanden. Die Eierstöcke und Hoden stellen Blindsäcke dar, die vielfach verästelt meist mit mehrfachen, selten einfachen Ausführungsgängen sich nach Aussen öffnen, nur bei einigen Asteriden dieser ermangelnd ihre Producte in die Leibeshöle gelangen lassen, um aus dieser dann durch die Respirationsspalten oder -Röhrchen nach Aussen zu treten. Entsprechend der mehr oder weniger gestreckten Form der Genitalschläuche und der An- oder Abwesenheit besonderer Ausführungsgänge findet sich auch in histiologischer Beziehung ein Unterschied, indem bei den meisten Asteriden eine einfache structurlose Haut die Schläuche bildet, in deren Innerem die Zellen sich zu den Geschlechtsproducten verwandeln, während schon bei den Echiniden, stärker und viel deutlicher aber bei den Holothurioiden glatte Muskelfasern an denselben sich finden. Nach der Leibeshöle zu sind die Schläuche mit einem Flimmerepithel bedeckt. Innen sind die Schläuche entweder mit den Eiern und Samen so erfüllt, dass die reifen Formen derselben die structurlose Haut derselben nach Aussen treiben und endlich durchbrechen (Asteriden) oder ein die Muskellage auskleidendes Epithel ist der Sitz der Bildung derselben, so dass sie bei ihrer Reife in die Höle des Schlauches gelangen. Eigenthümlich ist die von *Quatrefages* beobachtete, von *J. Müller* und besonders von *Leydig* bestätigte Zwitterbildung bei Synapta[6]). Zunächst an den Wandungen des wie bei den übrigen Holothurien gebildeten Genitalschlauchs finden sich gekräuselte Falten, welche von einer zarten structurlosen Haut bedeckt die Samenkörperchen und ihre Entwickelungszellen enthalten. Im inneren Raume des Schlauches zwischen diesen Hodenfalten finden sich die gleichfalls von einer structurlosen Haut eingeschlossenen Eier. Abweichend sind die Genitalorgane der Crinoiden, bei denen sie an den Pinnulae gelegen sind und zellige unter der Haut des Perisoms und der Tentakelrinne gelegene Massen darstellen, die bei den einen Individuen zu Eiern, bei den anderen zu Samen sich verwandeln[7]). — So mannichfach das allgemein morphologische Verhalten der Genitalorgane bei den **Würmern** ist, so sehr variiert auch deren Histiologie. Es wird später noch

---

6) *Quatrefages, Sur la Synapte de Duvernoy.* Ann. d. sc. natur. II. Sér. T. XVII. p. 66. Pl. 5. Fig. 1. *J. Müller* in seinem Archiv. 1852. p. 2. und *Leydig* in Müll. Arch. ebend. p. 514. von *Synapta digitata.*

7) s. *J. Müller,* Über den Bau des Pentacrinus Caput Medusae. Abhdlg. d. Berl. Akad. a. d. J. 1841. p. 234. Taf. V. Fig. 17 u. 18.

Digitized by Google

besonders davon zu sprechen sein, dass hier häufig Keimbläschen und Dotter an verschiedenen Stellen gebildet werden, die man als Keimstock und Dotterstock unterscheidet. Beginnen wir hier mit den einfachsten Formen, so ist zunächst die grosse Mehrzahl der Branchiaten zu erwähnen. Das Eier oder Samen producirende Organ besteht hier höchstens aus einer Bindegewebslamelle, welche zwischen dem Darm und der Leibeswand ausgebreitet ist und an der sich die Keimbläschen oder Samenzellen entwickeln[8]). Diese fallen dann in die Bauchhöle und entwickeln sich hier weiter (s. unten). Die nächste Stufe der Zusammensetzung repräsentiren diejenigen Würmer, deren Generationsorgane von einfachen structurlosen Häuten gebildet werden, die mit einem Ausführungsgange versehen die Ovarien und Hoden darstellen. Hierher die Rotatorien mit einfachen, die Nemertinen mit mehrfachen schlauchförmigen Hoden oder Eierstöcken[9]). Wesentlich dieselben histiologischen Elemente, structurlose Häute und eigentlichen zelligen Inhalt zeigen die Generationsorgane der Nematoden, Trematoden und Turbellarien, von denen die letzteren, mit Ausnahme der Dendrocoelen und der rhabdocoelen Gattung Macrostomum[10]), Keimbläschen und Dotter in verschiedenen Organen entwickeln. Von diesen zeichnet sich der sogenannte Dotterstock durch seinen feinzelligen granulierten, fetthaltigen Inhalt aus, während die Keimbläschen helle grössere Zellen bilden. Dasselbe Verhalten findet sich bei den Acanthocephalen und Cestoden, deren Generationsorgane sich aber morphologisch etwas anders verhalten. Bei den Hirudineen treten zuerst an den Ausführungsgängen der Hoden Muskelfasern in verschiedener Anordnung auf[11]) und eine kernhaltige die *membrana propria* der Hoden- und Eierstocksbläschen umgebende Bindegewebslage. Die histiologischen Verhältnisse der auch morphologisch noch nicht hinreichend gekannten Generationsorgane der Lumbricinen sind noch nicht vollständig ermittelt. — Ausser den Centralorganen des Genitalsystems finden sich zunächst bei den Würmern noch Anhangsgebilde als Samenbehälter, Eierschalendrüsen u. s. w., von

---

8) s. *Quatrefages*, Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. X. p. 46 u. 162, von Hermella.

9) Die Hoden der Rotiferen kennt man noch nicht, s. *v. Siebold*, Lehrb. p. 184. und *Hnr. Nägeli*, Beitr. zur Entwickelungsgesch. der Räderthiere, Zürich 1852. p. 8. Fig. 15. 19. Über die Nemertinen s. *Oersted*, Entwurf einer system. Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer, Taf. III. Fig. 54 u. 56.

10) Nach der Entdeckung von *M. S. Schultze*, Beiträge etc. p. 31 u. 56.

11) s. *Leydig*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. Taf. IX. Fig. 46. 47. 48.

Digitized by Google

denen die einzelligen Drüsen am Ausführungsgange der Hoden bei Piscicola und die ebenfalls einzelligen Drüsen, welche die Eischalen bei demselben Thiere[12]) liefern, besonders zu erwähnen sind, ferner die aus einer *membrana propria* gebildeten *receptacula seminis* bei Turbellarien und Trematoden. Die Begattungsorgane der Turbellarien sind erectile mit contractilen Elementen versehene Theile, welche von dem Ausführungsgang der Samenblase durchbohrt werden und meist hakenförmige Hartgebilde tragen, die aus einem dem Chitin verwandten Stoff bestehen[13]). An den Begattungsorganen der übrigen Würmer fehlen dergleichen Hartgebilde. Sie stellen nur mit glatten Muskelfasern versehene vorstülpbare Theile dar, die den Ausführungsgang der Hoden aufnehmen, oder gleichfalls contractile Organe, von der Geschlechtsöffnung entfernt, zum Festhalten der Weibchen oder Männchen.

Auch bei den **Arthropoden** sind structurlose Häute die formgebenden Elemente der Genitalorgane; indessen treten hier sehr mannigfache Complicationen auf. Als äusserer Überzug kommen noch am häufigsten (constant bei den Insecten) Muskellagen vor, welche die „pulsirenden" Bewegungen der betreffenden Organe bedingen, wie sie bei einigen Crustaceen von manchem Beobachter angegeben werden. Die männlichen und weiblichen Generationsorgane sind, wie in ihrem äusseren Bau, so auch in ihrer histiologischen Zusammensetzung ganz analog angeordnet. Nur die Cirripedien sind hermaphroditisch; Ovarien und Hoden bestehen hier nur aus einer structurlosen Haut, der innen die den Samen und die Eier bereitenden Zellen anliegen und sie wol ganz erfüllen. Die Muskeln des Stiels und des Mantels ersetzen hier den fehlenden Muskelbeleg der Drüsen selbst. Ein solcher tritt jedoch schon bei Argulus auf[14]). Die höheren Crustaceen schliessen sich fast vollständig an die Insecten in Bezug auf die histiologischen Verhältnisse ihrer Genitaldrüsen, ebenso in Bezug auf die Anhangsdrüsen, von denen jedoch Samenbehälter bei den Weibchen hier selten auftreten. Die Ovarien der Araneen weichen insofern von dem feineren Bau der entsprechenden Gebilde anderer Arthropoden ab, als sie allerdings auch einen von einer structurlosen Haut (ohne Muskellage) gebildeten Schlauch darstellen, der jedoch die Eier und Eikeime nicht frei

---

12) s. *Leydig*, a. a. O. Taf. IX. Fig. 49. 50.

13) s. *M. S. Schultze*, Beiträge etc. p. 30. Taf. II. Fig. 10. 11. Taf. III. Fig. 3. 5.

14) s. *Leydig*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 339.

Digitized by Google

oder als Zellenbeleg in seiner Höle enthält, sondern an einem aus einer streifigen Substanz gebildeten, frei in die Höle reichenden Strang, welcher mit einem Pflasterepithel bedeckt ist und an dem die Eier in homogenen Kapseln mit kürzeren oder längeren Stielen befestigt sind[15]). In Bezug auf andere Arachniden liegen mir keine histiologischen Angaben vor. Die so eigenthümlich gestalteten Begattungsorgane (Palpen) der männlichen Spinnen besitzen ein chitinhaltiges Gerüst zur Aufnahme der aus der Genitalöffnung tretenden Samenmasse, was durch quergestreifte Muskelfasern die seinen einzelnen Stücken entsprechende Beweglichkeit erhält. Die Ovarien der Insecten, denen histiologisch die Hoden fast immer genau entsprechen, bestehen zunächst allgemein aus einer structurlosen Haut[16]), welche sowol an den eigentlichen keim- und samenbereitenden Abschnitten wie an den Leitungsapparaten die formgebende Grundlage bildet. Zu dieser tritt dann ganz constant nach Aussen eine von vielfachen Tracheenverästelungen durchzogene Muskelhaut hinzu, welche an den stets auf die Schlauchform zu reducirenden Eierstocks- und Hodenröhren ihre Elemente weniger deutlich, ganz entschieden aber an den unteren Abschnitten erkennen lässt. Der von *J. Müller* entdeckte Verbindungsfaden der oberen Enden der Eierstocks- und Hodenröhren[17]) mit dem Rückengefässe besteht entweder aus den beiden Häuten der Genitalschläuche oder nur aus der äusseren[18]). Im ersten Falle verengert sich die structurlose Haut zu einer mit einer einfachen Zellenreihe gefüllten Capillarröhre, während die äussere Membran netzförmig verbundene quergestreifte Muskelfasern erkennen lässt, welche im anderen Falle die Verbindung allein herstellen, wo in manchen Beispielen das blinde Endigen der inneren Haut deutlich zu beobachten ist. In den Leitungsapparaten treten nun zuweilen höchst eigenthümliche Modificationen auf. Zunächst tritt zwischen die beiden Häute, welche bei den Ovarien und Hoden allein sich finden, eine mittlere Zellenschicht; die structurlose (Epithelial-)Haut und die Muskelschicht lassen aber schon selbst Verschiedenheiten erkennen. Die erstere trägt (bei vielen Käfern)[19])

---

15) s. meine Angaben hierüber in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 98 und in den *Compt. rend. de la Soc. de Biologie. T. III. p.* 131.

16) s. besonders *Fr. Stein*, Vergleich. Anat. u. Physiol. der Insecten. 1. Monographie. Berlin 1847. p. 36.

17) Über die Verbindung der Hodenröhren mit dem Rückengefässe s. *Frey* und *Leuckart*, Lehrb. p. 118.

18) *Stein*, a. a. O. p. 41. Taf. I. Fig. XVII.

19) s. *Stein*, a. a. O. p. 44.

Digitized by Google

mannichfach gestaltete Schüppchen, Stacheln, Zähne, welche unmittelbare Verlängerungen dieser homogenen Haut selbst sind (Epithelialgebilde), jedoch nicht überall, ebenso wie die häufig ungemein zarte Haut selbst, an allen Stellen des Eileiters nachzuweisen sind. Die nach Aussen auf sie folgende Zellenschicht zeigt nach *Stein's* Untersuchungen eine ein- oder mehrschichtige Zellenlage, von dem die Secretion einer den Eiergang netzenden Flüssigkeit ausgeht. Auch hier gelang es *Stein*, bei mehreren Lamellicorniern grosse einzellige Drüsen nachzuweisen. Auf den kleineren, hexagonalen abgeplatteten Zellen der Zellenschicht finden sich hier in geringen Abständen von einander grössere kugelförmige Zellen (von 0,025'''), von denen jede mit einem Canälchen in offener Communication steht, welches die Epithelialhaut durchbohrt[20]). Zu den netzförmigen verbundenen Muskelfasern der Ovarialmuskelschicht kömt am unteren Ende des Eileiters noch eine Lage Längsfasern, besonders bei Thieren mit gestreckteren Eiergängen. Wesentlich denselben Bau zeigen die Scheide und die Kloake; auch hier finden sich zuweilen wieder einzellige Drüsen in der Zellenschicht. Dagegen fehlt an der *bursa copulatrix* und dem *receptaculum seminis* die Muskelschicht, wogegen hier die Zellenlage ungemein entwickelt ist. Nach Aussen von dieser ist dann häufig noch eine structurlose Haut zu sehen, an der Stelle der Muskelfasern. Derselben histiologischen Anordnung folgen wol auch die übrigen Anhangsdrüsen, wie die Kittdrüsen u. s. w.; so wie auch die männlichen Geschlechtswerkzeuge den weiblichen, von denen die eben gegebene detailliertere Beschreibung genommen ist, in dieser Beziehung fast genau entsprechen. — Die structurlose Haut der Genitalorgane stellt daher im Eiergange und überhaupt in den ausführenden Wegen eine Schicht chitinisierten Epithels dar, während sie in dem producirenden Theile eine *membrana propria* bildet, der die wesentlichen Zellen innen aufliegen. Es käme hier, bei der Continuität beider Gebilde darauf an, die Entwickelung der letzteren aus Zellen nachzuweisen. — Die äusseren Geschlechtsorgane der Arthropoden sind durchaus nur Anhangsgebilde des Hautskelets und dessen Muskulatur, zeigen daher keine histiologischen Eigenthümlichkeiten.

Die Fortpflanzungsorgane der **Mollusken** sind mit Ausnahme der höheren Ordnungen im Allgemeinen weniger complicirt; jedoch treten hier äussere Begattungswerkzeuge auf, welche mehr als dies bei

---

20) s. die Abbildungen dieser Lage von *Geotrupes stercorarius* bei *Stein*, a. a. O. Taf. IX. Fig. XV.

den Arthropoden der Fall war, eine histiologische Selbständigkeit behaupten und vielleicht als die ersten Andeutungen wirklicher Wollustorgane betrachtet werden müssen. Bei den Salpen zeigt sich der Eierstock als eine Fortsetzung der die Kiemenhöle auskleidenden Zellenschicht, welche das schon bei neugeborenen Kettensalpen deutliche Ei als gestielte Kapsel umgibt [21]). Der Hode ist nach *Müller* eine ramificierte Drüse mit kleinen Blindsäckchen, nach *Vogt* liegen gestreckte Blindschläuche dicht neben einander. Die gleichfalls hermaphroditischen Ascidien lassen an ihren Ovarien eine structurlose Haut mit innen aufliegendem Epithel erkennen, welches in dem verhältnismässig kurzen Eileiter [22]) sehr schön flimmert, während die Höle des Eierstocks selbst dicht mit Eikeimen gefüllt ist. Ein äusserer Muskelbeleg fehlt. Ebenso zeigten sich mir die Hoden aus einer structurlosen *membrana propria* mit einem inneren einschichtigen Epithel zusammengesetzt, während die Höle der kurzen Blinddärmchen von Samenzellen und auch schon reifen Samenkörperchen gefüllt war. Eine Flimmerbewegung ist mir an dem zur Zeit der Geschlechtsreife dicht mit Samenkörperchen gefüllten Samenleiter nicht deutlich geworden, obschon mir deren Anwesenheit wahrscheinlich ist. — Ganz analog sind die Generationsorgane der Acephalen gebildet. Auch hier findet sich nur eine structurlose Haut und ein in den Ausführungsgängen flimmerndes Epithelium. Anhangsgebilde finden sich noch nicht. Die Öffnungen bilden schmale Spalten in der Mantelhöle. Zuweilen treten hier die Lamellen der äusseren Kiemen zur Bildung von Bruträumen auseinander. — Unter den Cephalophoren schliessen sich noch einige Ordnungen, denen Anhangsdrüsen und äussere Genitalorgane fehlen, eng an die eben geschilderten Verhältnisse bei den Acephalen an [23]). Bei den getrenntgeschlechtlichen Heteropoden [24]), Pectinibranchiaten und Operculaten stellt das Ovarium einen zarthäutigen Schlauch dar, entweder einfach oder verästelt, welcher sich mit seinem gleichfalls

21) s. *H. Müller*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 331., wogegen *C. Vogt* diese Zellen nicht erwähnt (Bilder aus dem Thierleben p. 79).

22) Bei den zusammengesetzten Ascidien ist er allerdings meist sehr kurz (s. *Frey* und *Leuckart*, Lehrb. p. 493); jedoch vermisste ich die Flimmerbewegung am oberen Ende des Ovarium nur höchst selten.

23) So die Cyclobranchiaten, Aspidobranchiaten, Tubulibranchiaten und Cirribranchiaten nach *v. Siebold*.

24) Phyllirrhoe ist dagegen nach *H. Müller* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 335) durch den Besitz einer Zwitterdrüse ausgezeichnet, wie schon *d'Orbigny* und *Quoy* und *Gaimard* dieselbe für hermaphroditisch ansahen.

Digitized by Google

sehr zarten Oviduct entweder direct nach Aussen mündet, um nur vorher die Ausführungsgänge drüsiger Nebenorgane aufzunehmen (manche Heteropoden) oder vorher sich in einen weiteren muskulösen und drüsigen[25]) Uterusschlauch erweitert, welcher innen flimmert. Zuweilen treten bei den letzterwähnten Ordnungen[26]) noch eine Eiweissdrüse und Samentasche auf, welche Gebilde sich an die homologen Organe der übrigen Gastropoden anschliessen. Diese besitzen in der sogenannten Zwitterdrüse ein höchst eigenthümliches Organ, in dem gleichzeitig Eier und Samen gebildet werden[27]). Dieselbe stellt eine ästig-schlauchförmige Drüse dar, an deren einzelnen Schläuchen deren zwei von structurlosen Häuten gebildete in einander geschoben sind, so dass die Eier in dem äusseren, der Samen in dem inneren gebildet werden. Zur Zeit der geschlechtlichen Ruhe trennt eine einfache Zellenschicht die Membranen beider Säcke, so dass es den Anschein haben könnte, als wäre nur ein einfacher Schlauch vorhanden mit structurloser Intima, Zellenschicht und structurloser äusserer Begrenzungshaut. Reifen aber die Eier, dann sieht man die beiden Membranen durch die sich vergrössernden Eier sich von einander entfernen, während gleichzeitig der zellige Inhalt des inneren Schlauchs die Entwickelung der Samenelemente erkennen lässt. An den Ausführungscanälen ist ein Muskelbeleg nicht wahrzunehmen. Der des Hodens ist in dem des Ovarium eingeschlossen. Ersterer besteht aus der structurlosen Haut und hat innen ein Flimmerepithelium. Der Eileiter besteht nach *H. Meckel* nur aus einer grosse Zellen zeigenden Bindegewebshülle. An der Einmündungsstelle der Eiweissdrüse erweitert sich der Eileiter zum Uterus. Derselbe stellt so wenig als das *vas deferens* einen vollständigen Canal dar, sondern beide sind Halbcanäle, die durch eine membranöse Falte getrennt werden. Der Uterus besitzt eine bindegewebige Schleimhaut mit Flimmerepithel und kleinen Schlauchdrüsen. Ganz ähnlich ist auch das *vas deferens* mit acinösen Drüschen seiner Länge nach besetzt (sog. Prostata). Am unteren Ende des Uterus wird dasselbe ein geschlossener Canal, der nach dem Penis führt. Dieser

---

25) Bei Paludina fand *Leydig* keine Drüsen im Uterus, s. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 189, wo das Nähere über diesen Kammkiemer nachzusehen ist.

26) So bei Paludina s. *v. Siebold*, Lehrb. p. 357. Anm. 8. und *Leydig*, a. a. O. p. 187. 188.

27) Die ersten genauen Untersuchungen hierüber verdanken wir *H. Meckel*, über den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischen Thiere. Müller's Arch. 1844. p. 473.

Digitized by Google

besitzt, wie das zuweilen vorhandene Flagellum contractile Elemente in seinen bindegewebigen Wandungen. Auf der anderen Seite hängt mit der Scheide eine Samentasche zusammen, die kürzer oder länger gestielt ein nicht wimperndes Epithel besitzt. Zuweilen sind dann noch eigenthümliche Schleimdrüsen, Penisdrüsen u. s. w. und bei den Helicinen der sog. Pfeilsack mit den Ausführungsgängen der Genitalien verbunden, von denen der letztere der in ihm, auf einer mit kalksecernirenden Zellen besetzten Schleimhautpapille sich bildenden Kalkconcretion (Liebespfeil, *hasta amatoria*) wegen der interessantere ist. — Die weiblichen Generationsorgane der Cephalopoden, welche, wie später noch zu erwähnen ist, darin mit denen der Wirbelthiere übereinstimmen, dass Eierstock und Eileiter in keinem directen Zusammenhange stehen, bestehen aus dem Eierstocke, der mit diesem nur an einer Stelle zusammenhängenden Eierstockskapsel, und dem von der letzteren entspringenden Eileiter, welcher in der Regel drüsige Anhänge besitzt. Der Eierstock[28]) besitzt ein bindegewebiges faseriges Stroma mit zahlreichen Blutgefässen, welches sich an dem Stiel in die Eierstockskapsel fortsetzt, und einem dasselbe überkleidenden Pflasterepithel, was ebenso die innere Fläche der Eierstockskapsel bedeckt. Zu der bindegewebigen Grundlage der letzteren tritt noch ein Muskelüberzug. Die Oberfläche des Eierstocks, welche frei in die Kapsel ragt, ist in traubenförmig verästelte Fortsätze getheilt, unter deren Epithel sich die Eier entwickeln, um nach ihrer Reife in die Kapsel zu fallen. Der Eileiter zeigt dieselben Elemente wie die Kapsel, nämlich eine innere Schleimhaut und eine äussere Muskelschicht. Entweder in der Mitte seines Verlaufes oder am Ende schwillt derselbe an durch die Aufnahme dicht in seine Wand eingesenkter schlauchförmiger Drüsen, wobei zuweilen die Schleimhaut in dicht stehende Blätter gefaltet ist. Die Weibchen der Loligineen besitzen ausserdem noch vom eigentlichen Geschlechtsapparat entfernt sogen. Nidamentaldrüsen, die eine ähnlich in Blätter gelegte und mit schlauchförmigen Drüsen besetzte Schleimhaut zeigen. Die Hoden der männlichen Cephalopoden haben eine wie die des Ovarium gebaute Kapsel, die sich in den engen sonst analoge Verhältnisse zeigenden Samenleiter fortsetzt. Der Hode selbst steht gleichfalls nur an einer Stelle mit der Kapsel in Verbindung und besteht aus zahlreich sich verästelnden Blindschläuchen, an deren äusserer der Kapselhöle zugewandten mit Epithel bedeckten

---

28) s. *Kölliker*, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden p. 1.

Digitized by Google

Oberfläche[29]) die Samenelemente sich entwickeln. Wie der Eileiter erweitert sich das *vas deferens* in seinem Verlaufe zu einer drüsig-lamellösen mit Flimmerzellen bekleideten Samenblase. Der wieder dünner gewordene Samenleiter nimt dann den Ausführungsgang eines drüsigen Blindschlauchs auf und mündet dann in die sogen. *bursa Nedhamii*, einen mit einer Muskel- und gefalteten Schleimhaut versehenen Sack, in welchem die Bildung der unten zu erwähnenden Spermatophoren vor sich geht. Als Penis kann man nur den von der *bursa Nedhamii* ausgehenden mit starken muskulösen Wandungen versehenen Canal ansehen, der mit einem kurzen Vorsprung neben dem Mastdarme öffnet. Ganz ausserordentlich eigenthümlich und in seiner Art ganz allein dastehend ist das Auftreten besonderer, sich als Theile der Männchen entwickelnder Begattungsindividuen bei manchen Cephalopoden, die den Samen vom Hoden des eigentlichen Männchens aus aufnehmen und ihn mittelst besonderer Organe in die weiblichen Generationsorgane übertragen. Es sind dies die sogenannten Hectocotylen.

Der Entdecker der Hectocotylen, *Delle Chiaje*, hielt dieselben für Parasiten und nannte den von *Argonauta: Trichocephalus acetabularis; Cuvier,* sie für Trematoden haltend, gab ihnen den Namen *Hectocotylus*. Derselbe fand auch die Verbindung und die grosse Ähnlichkeit derselben mit dem Arme des Cephalopoden (*On le prendrait pour ce bras lui-même. Ann. d. sc. nat. I. Sér. T. XVIII.* 1829. *p.* 149). *Dujardin* erklärte schon, dass es kein Trematode sein könne (*Hist. nat. des Helminthes. p.* 481) und verweist auf Untersuchungen lebender Hectocotylen, welche bestätigen könten, „*si ce ne serait pas des parties detachées de quelque céphalopode dans le but de servir à la fécondation.*" Diese Untersuchungen stellte *Kölliker* an (Bericht von der kön. zootom. Anst. zu Würzburg. 1849. p. 67). Derselbe ging jedoch nun noch weiter und erklärte dieselben (schon 1845 in den *Annals of nat. hist. Vol. XVI. p.* 414), besonders gestützt auf die Beobachtungen der Mad. *Power* und *Maravigno's* über die Entwickelung derselben, für die Männchen der bisher nur in weiblichen Exemplaren gefundenen *Argonauta argo* und *Tremoctopus violaceus*. Es gelang endlich *H. Müller* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 1. Taf. I.), welcher die sorgfältigen Untersuchungen *Kölliker's* über die Anatomie der Hectocotylen fast vollständig bestätigen konte, die den Weibchen ganz gleich gebauten Argonautenmännchen zu finden mit dem zum Hectocotylus umgewandelten Arme derselben, nachdem schon vorher *Vérany* in seinen *Mollusques méditerranéens. P. I. Céphalopodes,* auf Pl. 41. Fig. 1 und 2. den *Octopus Carena Vér.* mit unentwickeltem (Fig. 2) und entrolltem Hectocotylusarme abgebildet hatte.

---

29) Nach den Beobachtungen von *H. Müller* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 9) scheint jedoch, bei Argonauta, die Entwickelung im Inneren stattzufinden.

Digitized by Google

Die histiologische Structur der Hectocotylen anlangend, so ist zunächst zu bemerken, dass die an ihnen vorhandenen Systeme (Haut, Muskeln, Darm, Gefässe, Kiemen [*H. tremoctopodis Köll.*], Nervensystem) sich durchaus an die entsprechenden der übrigen Cephalopoden anschliessen. Die Samenblase (nach *Müller*, *Kölliker* nannte diesen Theil Penis), die aus dem *ductus deferens* des Männchen durch dessen Kopfhaut hindurch die Samenmasse erhält[30]), stellt eine stark muskulöse Kapsel dar, welche meist einen Strang durch eine Bindemasse verbundener, völlig entwickelter Samenkörper, dagegen keine Samenzellen und ebensowenig Samenfeuchtigkeit enthält. Der Penis ist ein verschieden geformter, meist längerer Fortsatz der muskulösen Axe des Hectocotylus (fadenförmiger Anhang), an welchen der aus farblosen, stark elastischen Fasern gebildete Samenleiter herantritt. Die Spermatozoiden treten aus oder neben seiner Spitze in der Gestalt von Fäden hervor, welche durch ihre homogene die Samenelemente verbindende Hülle an die Spermatophoren anderer Cephalopoden erinnern[31]).

Von den Generationsorganen der **Wirbelthiere**[32]) besitzen die keimbereitenden Abschnitte bei allen Classen derselben einen sehr übereinstimmenden histiologischen Bau. Was zuvörderst das Ovarium anlangt, so besteht dasselbe, wie auch seine morphologische Gestaltung sein mag, aus einem deutlich faserigen, bindegewebigen Stroma, welches zahlreiche Gefässe und auch Nerven, jedoch in geringerer Menge, enthält. Dasselbe bildet entweder die solide Masse des compacten Eierstockes (Säugethiere) oder die formgebende Membran des trauben- oder sackförmigen Ovarium der übrigen Classen. Innerhalb dieses Substrates liegen überall dicht mit seinem Fasergewebe sich verbindend von structurlosen Membranen gebildete Kapseln, welche innen von einem Epithel ausgekleidet und einer Flüssigkeit erfüllt werden und ihre Entstehung wahrscheinlich der Weiterentwickelung der im Stroma sich findenden, zuweilen regel-

---

30) Diesen Theil des *ductus deferens* konte jedoch H. *Müller* noch nicht finden a. a. O. p. 9.

31) Sehr interessant sind die Beobachtungen *Müller's* über die in Begattung getroffenen Hectocotylen. a. a. O.

32) Vergl. *A. Lereboullet, Anatomie des organes génitaux des animaux vertébrés. N. Act. Ac. C. L. nat. Cur. T. XXIII. Ps. I. p.* 1. und von Specialarbeiten besonders *H. Meckel* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 420 (Vögel), *H. v. Wittich*, ebenda Bd. IV. p. 125 (Amphibien) und *Joh. Müller*, Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Abhdlg. der Akad. zu Berlin. 1843. p. 112. und *Rathke*, Beitr. zur Geschichte der Thierwelt. 2. Abth. (Fische).

Digitized by Google

mässig angeordneten Zellen verdanken. Innerhalb derselben, zwischen den Epithelzellen oder unabhängig von denselben, bildet sich das Ei. Nach Aussen wird das Ovarium von der sich mit den oberflächlichsten Schichten des Stroma zuweilen zu einer Albuginea verbindenden Peritoneallamelle überzogen, welche in den Fällen, wo das Ovarium keine Höle enthält, in welche die eigentlichen eibereitenden Falten u. s. w. hineinragen, von dem Eie durchbrochen werden muss. (Über die Betheiligung der einzelnen hier aufgeführten Elemente an der Bildung des zu legenden Eies siehe unten.) Zu diesen, allen Classen in gleicher Weise eigenen Bestandtheilen kömt bei den Fischen zuweilen noch eine äussere mehr weniger stark entwickelte Muskelschicht hinzu, auf deren Thätigkeit die Entfernung der Eier beruht, während bei anderen das in die Bauchhöle fallende Ei durch Wimpern den Ausführungsgängen oder -Öffnungen zugeführt wird. Bei den Amphibien und manchen Reptilien stellen die Ovarien hole Schläuche dar, die im Innen ihres einfachen oder getheilten Hohlraums die Eier entwickeln, welche dann durch einoder mehrfache Öffnungen in die Bauchhöle geführt werden. Ähnlich den Ovarien zeigen sich auch die Hoden im Allgemeinen in ihrer histiologischen Bildungsweise sehr constant, besonders in der Beziehung, dass hier nur höchst selten geschlossene Bläschen auftreten, aus denen durch Bersten die Samenmasse in die Bauchhöle gelangte. Im Allgemeinen bestehen die Hoden aus blind endenden, mehr oder weniger verlängerten, zuweilen schlauchförmig aufgetriebenen Canälchen mit einer structurlosen *membrana propria* und Epithel, welche durch feinere oder weitere *vasa efferentia* (an denen noch eine äussere Bindegewebshülle dazutritt) mit den ausführenden Theilen sich verbinden. Nur bei den Cyclostomen und Muraenoiden unter den Fischen sind die Hodenbläschen wirkliche, geschlossene Follikel, welche dann ganz wie bei den Ovarien von der auch die Hodencanälchen der übrigen Wirbelthiere umgebenden, dem Stroma entsprechenden bindegewebigen Substanz umgeben werden. Die Form der Canälchen weicht in den einzelnen Classen insofern etwas ab, als dieselben bei den Fischen bläschenförmig angeschwollen sind (Plagiostomen[33])) oder anastomosirende oder blind endende Canäle darstellen (Teleostei). Bei den Amphibien hat der Hode gleichfalls einen

33) Die Verbindung dieser Bläschen mit dem *vas deferens* durch *vasa efferentia* hat *J. Müller* gefunden, Müll. Archiv 1836. Jahresber. p. LXXXIX. s. auch *Leydig*, Beiträge zur mikrosk. Anatomie und Entwickelungsgesch. der Rochen und Haie. Leipzig 1852. p. 84.

Digitized by Google

bläschenförmigen Typus seiner secernirenden Hohlräume; jedoch sind dieselben nicht geschlossene Follikel (wie *Lereboullet*[34]) und *Bidder*[35]) angeben), sondern die Bläschen stehen durch Quergefässe untereinander und mit den *vasa efferentia* in Verbindung[36]). Die Hoden der noch übrigen Abtheilungen zeigen alle einen röhrigen Bau. Die aus *membrana propria*, Epithel und meistens noch äusserer Faserhülle bestehenden Samencanälchen anastomosiren häufig unter einander, theilen sich wol auch gabelförmig und sammeln sich endlich in die *vasa efferentia*. Umschlossen wird auch hier der ganze Hode von einer bindegewebigen Hülle, welche die Albuginea oder Propria darstellt und wie gewöhnlich der Träger der Gefässe und Nerven ist.

Die fortleitenden Apparate lassen eine ziemliche Mannigfaltigkeit ihrer constituirenden Elemente erkennen, indem sie bald nur Ausführungsgänge sind, bald den Keimdrüsenproducten noch eigenthümliche Secrete beizugeben haben, bald endlich dieselben kürzere oder längere Zeit beherbergen müssen. Der Leitapparat der weiblichen Genitalorgane stellt nur in den mit einem sackförmigen Ovarium versehenen Fischen eine unmittelbare Fortsetzung der das Ovarium bildenden Gewebe dar. Das Stroma wird zur Schleimhaut, der aussen die glatte Muskellage aufliegt; das Epithelium erhält Flimmern. Bei den übrigen Fischen sind entweder die Eileiter ganz verschwunden (Aale, Salmone[37]), Cyclostomen[38])) oder sie sind kurze weit in die Bauchhöle mündende Canäle mit Muskellage, Schleimhaut und Flimmerepithel. Schlauch- oder traubenförmige Schleimdrüsen finden sich verhältnismässig nur sparsam. Eigenthümlich sind die Eileiter der Plagiostomen, indem sie ein Zerfallen in Tuba, Uterus und Scheide erkennen lassen. Auf die, den Eileitern der übrigen Fische entsprechenden mit Flimmerepithel versehenen Tuben folgt ein durch die Aufnahme der Eileiterdrüsen angeschwollener Abschnitt. Diese Drüsen besitzen einen röhrigen Bau und sondern die zur Eischale dienende Substanz ab. Im erweiterten Uterus trägt die glatte oder leicht längsgefaltete zuweilen mit Zotten besetzte Schleimhaut ein Pflaster- oder kurzes Cylinderepithel ohne Flimmern. Ziemlich entwickelt ist die aus contractilen Faser-

34) a. a. O. p. 41.

35) Vergl. anat. und histiol. Untersuchungen über die männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. Dorpat 1846. p. 26.

36) *v. Wittich*, a. a. O. p. 156.

37) *Rathke*, a. a. O. p. 159.

38) *J. Müller*, Abhdlg. d. Berlin. Akad. 1843. p. 113.

Digitized by Google

zellen gebildete Muskelschicht. Die in die Cloake mündende Scheide hat eine glatte Schleimhaut mit Pflasterepithel. — Der meist ziemlich lange stets mit einer trichterförmigen Öffnung in die Bauchhöle mündende Eileiter der Amphibien und Reptilien besitzt eine glatte oder längsgefaltete Schleimhaut mit Flimmerepithelium, einer ziemlich mächtigen Muskelschicht und einer äusseren Peritoneallamelle. Von schlauchförmigen Epithelialdrüsen geht die Absonderung des das Ei umgebenden Eiweisses aus. Der Eileiter der Vögel zerfällt seiner histiologischen wie morphologischen Zusammensetzung nach in mehrere Abschnitte, von denen der innerste das *orificium abdominale* zeigt. Die Schleimhaut dieses und der darauffolgenden Tuba besitzt Längsfalten, ein Flimmerepithel, zahlreiche kurze schlauchförmige Drüsen und eine Schicht kreisförmig angeordneter glatter Muskelfasern, die sich in die der Peritonealfalte, womit der Eileiter befestigt ist, fortsetzen. Der auf die Tuba folgende Uterus besitzt auf seiner Schleimhaut viele Papillen, welche Gefässe und an der Oberfläche unter dem hier nicht flimmernden Pflasterepithel kurze traubenförmige Drüsen tragen, welche den zur Bildung der Kalkschale nöthigen Kalk absondern. Zu den Ringfasern gesellt sich hier eine besondere Längsmuskelfaserschicht. Die Scheide hat eine verhältnismässig schwächere Muskulatur, kurze schlauchförmige Drüsen und mehr abgeplattete Epithelzellen. Auch die Eileiter und Fruchthälter der Säugethiere sind durch Peritonealfalten befestigt, welche, wie bei den Vögeln, glatte Muskelfasern enthalten. Die Tuba besitzt auch hier Flimmerepithel, eine leicht längsgefaltete Schleimhaut ohne Drüsen und eine Schicht glatter Muskelfasern. Zu diesen Theilen, von denen sich die Muskelschicht des Uterus während der Schwangerschaft ausserordentlich entwickelt, kommen in diesem die schlauchförmigen Uterindrüsen (ob auch bei den Marsupialien?). Die Scheide ist wieder drüsenlos, ihre an elastischen Fasern reiche, mit Falten und Warzen versehene Schleimhaut deckt ein mehrschichtiges Pflasterepithel; das Hymen ist eine einfache Duplicatur der Schleimhaut. Dasselbe ist nach *Th. Bell* beim Maulwurf[39]) im jungfräulichen Zustande vollkommen geschlossen und mit Haut bedeckt. Die Anhangsdrüsen der ausführenden Theile der weiblichen Genitalorgane bei den Säugethieren entsprechen denen der männlichen. Die Samenleiter der Fische zeigen anfangs denselben Bau, wie die Samencanälchen. Allmählich macht die *membrana propria* aber einer zuweilen mit netzförmiger Oberfläche und schlauchförmigen Drüsen versehenen

39) s. Art. Insectivora in Todd's *Cyclopaedia of Anatomy. Vol. II. p.* 1006.

Digitized by Google

Schleimhaut Platz, an welche dann aussen noch glatte Muskelfasern treten. Bei den Cyclostomen und Muraenoiden fehlt er; bei den Stören öffnet er sich in die Bauchhöle und die Samenmasse wird von einem zweiten Abschnitte mit trichterförmiger Öffnung aufgenommen[40]). Bei den Amphibien, wo die *vasa efferentia* die Nierensubstanz durchsetzend sich in den Harnleiter öffnen, zeigen sie nur *membrana propria* und Epithel. Dagegen besitzen die Samenleiter der Reptilien ein mit einfachem Epithel bedeckte Schleimhaut und äussere Muskelschicht. Bei den Vögeln bilden die mit einer Faserhülle umgebenen *vasa efferentia* eine Art Epididymis, welche von einer besonderen dem Hoden dicht anliegenden *tunica propria* überzogen wird. Das innerhalb einer Bindegewebshülle stark geschlängelte *vas deferens* hat noch eine Lage glatter Muskelfasern und elastische Elemente. Sein unterer Abschnitt ist zuweilen zur Bildung eines drüsigen Hohlraums erweitert, in dessen Wandungen jedoch Drüsen nur schwer deutlich wahrzunehmen sind. Ähnlich verhält sich der Samenleiter bei den Säugethieren. Auf den von Samencanälchen des beschriebenen Baues gebildeten Nebenhoden folgt das mit Cylinderepithel und einer ziemlich mächtigen Schicht glatter Muskelfasern gebildete *vas deferens*, welches gegen sein Ende die im Ganzen den Bau einer traubenförmigen Drüse wiederholenden, jedoch zum Theil mit Muskelfasern umhüllten, Samenbläschen aufnimt. Am *ductus ejaculatorius* wird die Schleimhaut im Ganzen dünner, doch bleiben die Muskelfasern. Von Anhangsdrüsen ist zunächst der Cowper'schen (beim Weibe Bartholin'schen oder Duvernoy'schen) zu gedenken, welche zusammengesetzt traubige Drüsen mit *membrana propria*, Cylinderepithel und einer glatte Muskelfasern enthaltenden Hülle darstellen. Ähnlich sind die birnförmigen Drüsenschläuche der Prostata, welche in einer compacten Muskelmasse eingebettet liegen, wie sich überhaupt die meisten der in der Nähe der After- und Geschlechtsöffnung findenden Drüsen durch einen Reichthum glatter Muskelfasern auszeichnen[41]). Ähnliche Anhangsgebilde finden sich nur andeutungsweise noch bei Vögeln, wo sie, wie bei den niederen Classen, als in die Cloake mündende Drüsenschläuche auftreten.

Äussere Begattungsorgane finden sich bekanntlich unter den Fischen nur bei den Plagiostomen, wo dieselben jedoch, ausser

---

40) *Stannius* vermisste hier Flimmerung, Lehrb. p. 126. Anm. 2., während die analoge Öffnung der Tuba Flimmerepithelium trägt.

41) s. *Leydig*, Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 1.

Digitized by Google

einer noch nicht näher untersuchten Drüse[42]), keine histiologische Eigenthümlichkeit zeigen, sondern Anhangsgebilde des Skelettes und Muskelsystems sind, jedoch mit besonderer Vorrichtung zum Übertragen des Samens in die weibliche Geschlechtsöffnung. Während unter den Amphibien nur die Tritonen und Salamander eine Art Penis, aber ohne erectiles Gewebe, besitzen, tritt schon bei den Reptilien Clitoris und Penis auf, welche, nach verschiedenen morphologischen Typen gebaut, in dem Besitze eines cavernösen Gewebes mit einander übereinstimmen[43]). In der die Form des Begattungsgliedes bedingenden fibrösen Hülle, die von einem (freien oder eingestülpten) zuweilen mit hornigen Gebilden besetzten Epithel bedeckt ist, liegen Muskelfasern, welche wieder weitmaschige Venennetze und eigenthümliche aus Blutgefässsinuositäten bestehende schwellbare Ruthenkörper einschliesst. Zuweilen sind besondere Muskeln zur Bewegung des Ganzen vorhanden. Bei den Cheloniern setzen sich canalförmige Ausstülpungen des Bauchfells in den Penis fort (die sogen. Peritonealcanäle). Bei allen ist aber der Penis undurchbohrt, wie auch die penisartige Papille der Vögel, welche jedoch mit Ausnahme der Strausse kein cavernöses Gewebe enthält, höchstens eine Rinne zur Fortleitung des Samens besitzt. Dagegen finden sich bei manchen Vögeln eigenthümliche, Wundernetze enthaltende Papillen neben denen, auf welchen sich die Genitalorgane öffnen[44]), deren Bedeutung noch nicht klar ist. In der Mehrzahl der männlichen Säugethiere verbinden sich die letzten Abschnitte der Harn- und Geschlechtswege zu einem gemeinschaftlichen Canale, während bei den Weibchen Urethra und Vagina besonders münden. Dagegen sind die weiblichen Wollustorgane denen der männlichen bis auf einige morphologische Verschiedenheiten analog zusammengesetzt. Das bei den Weibchen nie, bei den Männchen stets (mit Ausnahme einiger Bruta) von der Urethra durchbohrte Begattungsglied besteht vorwaltend aus den schwammigen Ruthenkörpern, *corpora cavernosa penis* und *clitoridis*. Das dieselben umkleidende und einen Haupttheil sei-

---

42) Nur von *Leydig* beim Zitterrochen untersucht (Beiträge z. mikr. Anat. etc. d. Rochen u. Haie, p. 86), wo dieselbe aus einer grösseren Anzahl von Schläuchen besteht, welche sich einzeln in der Rinne des Begattungsorganes öffnen und ein milchweisses aus fettig glänzenden Kügelchen bestehendes Secret liefern. *Owen* (*Lectures on the comp. anat. and physiol. of the vertebr. anim. Pt. I. Fishes. p.* 288) erwähnt sie, als nur den Rajae eigen.

43) Vergl. *Stannius*, Lehrb. p. 243.

44) *Barkow*, *Disquis. de arteriis mammal. et avium. N. Act. Ac. N. Cur. T. XX. Ps.* 2. tab. 34. fig. 46; *Lereboullet*, a. a. O. tab. 7. fig. 75 f.

nes Balkengerüstes bildende Fasergewebe ersetzt die bindegewebige Grundlage der Urethra, die nur am Isthmus ein selbständiger Canal ist. Ausser den schon erwähnten Drüsen nimt sie noch weiter hinten und in der Nähe ihrer Öffnung kleine Schleimdrüschen auf mit *membrana propria* und Cylinderepithel, während ihre Höle mit einem meist mehrschichtigen Epithel aus cylindrischen oder nur wenig abgeplatteten Zellen ausgekleidet ist. Die schwammigen Körper werden von einem aus Bindegewebe bestehenden Balkennetz gebildet, welches sehr zahlreiche elastische und glatte Muskelfasern enthält und zur Zeit der Geschlechtsruhe ziemlich enge venöse Sinus bildet. Dieselben zeigen ausser einem Pflasterepithel keine auf Gefässe zu beziehenden Elemente, stehen aber durch directe Verbindungsäste mit den äusseren Gefässen des Gliedes in Verbindung. Eigenthümlich ist die von *Joh. Müller* entdeckte Verzweigungsweise der kleineren Arterien, indem dieselben rankenförmig gewundene Ästchen abgeben (*arteriae helicinae*), welche entweder blind enden oder an ihrem kolbigen Ende feine Zweige abgehen lassen. Es finden sich dieselben besonders am Grunde der schwammigen Körper, doch auch, wenn auch weniger häufig, in den übrigen Theilen. Manche männliche Säuger besitzen in ihrem *corpus cavernosum* eine eigene Verknöcherung, *os penis*. Die Haut, welche den Penis überzieht, zeichnet sich, wie noch mehr die des Hodensackes, durch die Anwesenheit zahlreicher glatter Muskelfasern aus. Sie ist an der Glans und bei vielen an der Clitoris schleimhautähnlich, mit Papillen ohne Drüsen; an dieser Stelle bringt sie durch reichliche Abstossung ihrer Epithelzellen die Secretion des Smegma hervor, welches keinen besonderen Drüsen seinen Ursprung verdankt.

b) *Morphologie der Geschlechtsproducte.*

Bevor hier eine Schilderung der Art und Weise gegeben werden kann, wie sich Eier und Samen in den verschiedenen Classen des Thierreichs bis zu ihrem befruchtungsfähigen Reifezustande verhalten, ist es nöthig, ihre morphologische Stellung im Allgemeinen mit ein paar Worten zu berühren. Was zunächst ihre Stellung dem Organismus gegenüber anlangt, in dem sie sich entwickeln, so hat *Reichert*[45]) zuerst die Ansicht ausgesprochen, dass sie beide eigenthümliche Lebensformen darstellen, mit einer Art von Unabhängigkeit vom Mutterorganismus, deren Leben vom Momente der Losstossung von ihren Bildungsstätten bis zur Befruchtung dauert. Ich glaube

45) Müller's Arch. 1847. p. 136.

Digitized by Google

jedoch, dass der Umstand, dass die Samenkörperchen ihre Function erst von ihrer Entwickelungsstätte entfernt vollziehen, nicht hinreicht sie als besondere selbständige Organismen zu betrachten. Sie sind blosse Secretstoffe und nicht die einzigen, welche erst ihren Mutterboden verlassen müssen, um ihre Function ausüben zu können. Etwas anders verhält es sich allerdings mit den Eiern, da mit jeder Eibildung die materielle, morphologische Grundlage zur Entwickelung eines neuen Individuum gegeben ist, von denen auch, je weiter wir in der Thierreihe hinabsteigen, um so weniger ihre Bestimmung verfehlen. Sie sind zwar auch Secretstoffe, jedoch insofern eigenthümlicher Art, als sie unter gewissen äusseren Bedingungen sich zu neuen Individuen entwickeln, welche Individualität entweder mit dem Momente der Befruchtung oder morphologisch mit der Bildung der ersten Embryonalzelle gegeben ist. Die zweite, histiologisch interessantere Frage ist, hat man Eier und Samen als den Zellen analoge Gebilde, oder wenigstens als Derivate derselben zu betrachten? Hier sprachen sich *Steenstrup*[46]) und dann gleichfalls *Reichert* dahin aus, dass sie entsprechende Gebilde seien; indess ist auch dies nur insoweit wahr, als sich beide aus entsprechenden Theilen der häufig morphologisch so sehr übereinstimmenden Generationsorgane entwickeln. Der Entwickelungsgang beider ist aber wesentlich und zwar bei allen Thieren verschieden. Grundlage beider sind elementäre Zellen; während die Eizelle durch Umhüllung in verschiedener Weise sich zum Eie bildet, ist es das Innere der Samenzelle, welches den Samenkörperchen zur Bildungsstätte dient.

1. **Eier.** Schon die einfache Erfahrung, dass sich nicht alle Eier bei der Entwickelung gleichmässig verhalten, nöthigt zu einer Untersuchung über die wesentlichsten Theile eines Eies. Es stellt sich hierbei zunächst heraus, dass entweder das ganze Ei sich direct bei der Bildung des embryonalen Körpers betheiligt, oder dass nur ein häufig verhältnismässig kleiner Theil desselben in die Körperform des jungen Thieres unmittelbar übergeht. Dies giebt sich schon bei dem ersten Auftreten des neuen Individuum, bei Bildung der ersten Eizelle zu erkennen, indem dem Processe der Dottertheilung nur jener Theil des Eies unterliegt, welcher eben den jungen Thierkörper zunächst bildet. Mit Bezug auf die Entstehung des Thierkörpers aus dem Eie enthält dasselbe also entweder nur Bildungsmaterial für denselben, oder ausser letzterem noch Dottermasse, welche erst während

---

46) Untersuchungen über das Vorkommen des Hermaphroditismus in der Natur. Greifswald 1846; an mehreren Orten.

Digitized by Google

der allmählichen Entwickelung der Körperform zur Ernährung der diese aufbauenden Zellen dient. Diese, der Nahrungsdotter, wird daher stets eine mehr zufällige Erscheinung sein, während der Bildungsdotter der Hauptsache nach das Ei morphologisch repräsentiert. Betrachten wir nun zunächst die Eier, welche bloss aus Bildungsdotter bestehen. Das ganze Ei umschliesst eine verschieden consistente Hülle, die Dotterhaut. Die Hauptmasse bildet der Dotter, welcher aus einer zähen, eiweissreichen Flüssigkeit und je reifer das Ei ist, desto mehr in ersterer suspendierten Formbestandtheilen zusammengesetzt ist. Letztere sind meist sehr fettreich, enthalten jedoch wol überall mehr plastische, stickstoffhaltige Substanzen als Fett, wie auch in manchen Fällen neben den, beide Substanzen combiniert enthaltenden Dotterkörperchen noch fettige Molecularkörnchen und grössere Eiweisskugeln auftreten, obschon natürlich beide Stoffe nie ganz getrennt erscheinen. Im Innern dieser Dottermasse findet sich bei allen Eiern ein von einer zarten Haut umschlossenes wasserhelles Bläschen, das Keimbläschen. Dasselbe entspricht morphologisch genau einer Zelle, indem es, ausser der Membran, in seinem Inhalte wiederum ein (ursprünglich stets) einfaches oder mehrfaches häufig bläschenförmiges Gebilde enthält, den Keimfleck, welcher dann gleichfalls oft genug, um bei der Deutung der einzelnen Theile berücksichtigt zu werden, ein oder mehrere Körperchen in seinem Inneren zeigt, welche ich die Keimkernchen nennen will. Letztere entsprechen den Kernkörperchen, der Keimfleck ist der Kern der als Keimbläschen auftretenden Zelle. Geht man mit diesem, ein nur Bildungsdotter besitzendes Ei darstellenden Bilde an die Betrachtung der Eier, welche ausser jenem noch Nahrungsdotter enthalten, so ergibt sich einmal, dass letzterer, wie alle ausserdem noch am Eie auftretenden Theile, secundäres Gebilde ist, welcher sich wol zu dem Eie gesellt, ehe dasselbe seine definitive Ausbildung erlangt hat, jedoch stets als späteres Element zu demselben tritt, dann, dass der Nahrungsdotter vielleicht überall eine von der des Bildungsdotters verschiedene Bildungsstätte hat, und endlich dass er, in vielen Fällen wenigstens, das Derivat morphologisch schon weiter differenzierter Theile ist. Hieraus folgt ferner, dass sich die Eierstockseier sämtlich auf ihren früheren Entwickelungsstufen an die gegebene Erklärung anschliessen werden, indem die Ovarien als diejenigen Organe zu betrachten sind, von denen die Bildung der, die wesentlichsten Theile enthaltenden Eier ausgeht, welche sich also zunächst wie Eier mit blossem Bildungsdotter verhalten werden. Ehe daher eine Übersicht der Formenverhältnisse der Eier

Digitized by Google

in den einzelnen Classen gegeben werden kann, muss die Entwickelung der Eierstockseier in ihren Hauptzügen dargestellt werden.

Das überall zuerst auftretende Gebilde ist das Keimbläschen, und zwar entspricht dasselbe je jünger die Eianlage ist, desto strenger dem Urbilde einer Zelle. Es ist stets bläschenförmig und enthält ursprünglich nur einen Kern[47]), der sich erst während der weiteren Entwickelung des Eierstockseies wie in manchen anderen einfachen Zellen selbständig vermehrt, jedoch selbst erst secundär aufzutreten scheint. Im Inneren des Kernes findet sich häufig ein[48]) oder mehrere[49]) Keimkernchen, welche sich wahrscheinlich allgemeiner verbreitet finden werden, denen jedoch, so viel man bis jetzt überhaupt von der morphologischen Bedeutung der Kernkörperchen zu urtheilen vermag, eine nur geringe Betheiligung an dem weiteren Aufbau des Eies zuzuschreiben sein dürfte, da sie ebenso häufig bald verschwinden; ebenso scheint der Keimfleck selbst in einer engeren Beziehung zur Entwickelung des Keimbläschens als Zelle zu stehen als zu der des Eies, da er in einigen Fällen fehlt[50]). Diese das spätere Keimbläschen darstellenden Zellen nehmen ihren Ursprung in dem die Eierstockshölungen auskleidenden Epithel, obschon die Freiwerdung einzelner Zellen nur selten deutlich zu beobachten ist. Für diese Bildungsweise sprechen jedoch die Formen, deren Entwickelung verhältnismässig leichter zu verfolgen ist; und wenn sich auch nicht leugnen lässt, dass hierbei manche untergeordnete Verschiedenheiten vorkommen, so wird doch im Wesentlichen der Bildungsgang derselbe sein. Um das Keimbläschen, das einzige auf eine Zelle zurückzuführende Gebilde am Ei, entstehen nun die anderen Theile durch Umlagerung[51]), und zwar zunächst die anfangs ganz homogene

---

47) So auch das durch seine zahlreichen Keimflecke ausgezeichnete Frosch- und Fischei; s. *v. Wittich*, in Müll. Arch. 1849. p. 117. Anm. 2.

48) So z. B. *Pterostichus punctulatus*, s. *Stein*, Vergleich. Anat. etc. Taf. IX. Fig. IX e. *Myxine*, s. *J. Müller*, a. a. O. Taf. II. Fig. 6. 7. Vielleicht gehört auch das Kernkörperchen aus den Zellen des Keimstocks von *Polystoma appendiculatum* hierher, was *Thaer*, Müll. Arch. Taf. XXI. Fig. 35 b., abbildet.

49) So viele Spinnen; s. meine Abbildungen in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. Taf. IX. Fig. 8. 9. 10. 11. 14. etc.

50) Vielleicht ist der Umstand hier von Bedeutung, dass da, wo der Keimfleck fehlt (*Entoconcha mirabilis*, *Müller*, über *Synapta digit.* etc. p. 12., Actaeon, *Vogt*, Annal. d. sc. nat. III. Sér. T. VI. p. 22), eine ausserordentlich geringe Zeit zwischen der Reife des Eies und seiner Befruchtung und resp. Entwickelung liegt.

51) s. *Bischoff*, Entwickelungsgeschichte der Säugethiere u. des Menschen, p. 16. *Steinlin*, Über die Entwickelung der Graaf'schen Follikel und Eier der Säugethiere, in Mittheil. d. Zürch. naturf. Gesellsch. 1848. No. 10 u. 11., s. auch

Digitized by Google

Dotterflüssigkeit, in welcher erst nach und nach die geformten Bestandtheile des Dotters auftreten. Was die Örtlichkeit der Entstehung dieser betrifft, so bilden sie sich meist in der unmittelbaren Nähe des Keimbläschens, zuweilen jedoch auch als ein vom Keimbläschen getrennter Ballen, der gewissermaassen als Krystallisationspunkt dient und sich allmählich vollständig in die körnige Dottermasse auflöst. Es ist dies der Dotterkern, wie er z. B. beim Frosch und manchen Spinnen vorkömt. Mit der Umlagerung dieses Dotters ist nun die Bildung des eigentlichen Eies vollendet, indem die Dotterhaut als letzte umschliessende Hülle insofern nicht so streng zum Eie gehört, als sie einmal in vielen Fällen Gebilde einschliesst, welche dem Eie selbst fremd sind (wie die gleich zu besprechenden Dotterzellen), und als sie sich niemals an den weiteren Veränderungen des Eies betheiligt, sondern stets ganz indifferent über alle Formveränderungen des von ihr umgebenen Inhaltes hinweggeht. Besonders der letzte Umstand, der wol am stärksten gegen die Auffassung der Dotterhaut als Zellmembran spricht, bestimmt mich zu der Ansicht, dass man das Ei, in der bis jetzt betrachteten Form, höchstens als eine eigenthümliche Form secundärer oder complicierter Zellen betrachten kann, dass man aber besser thut, den ohnedies viel zu elastischen Begriff der Zellen mit dieser Form zu verschonen. Das Keimbläschen ist eine primäre Zelle, der Dotter nur ursprünglich hüllenloses Umlagerungsgebilde. Aus beiden entsteht erst nach der Befruchtung eine Zelle, welche sich dann nach Art jeder anderen durch Spaltung vermehrt. Die Dotterhaut entspricht für mich viel mehr den *membranae propriae*, welche sich ebenso wenig um die physiologischen und morphologischen Vorgänge der ihr anliegenden Gebilde kümmert. Das Ei stellt ein Gebilde eigenthümlicher Art dar, zu dem die Dotterhaut in um so untergeordneter Beziehung steht, als sich zwischen diese und das eigentliche Ei häufig eine Menge fremdartiger Gebilde schiebt, welche nur insofern zum Eie gehören, als dies aus ihr während der weiteren Entwickelung seine Nahrung nimt. Ich muss daher auch *H. Meckel* beistimmen, wenn er[52]) im Vogelei nur die Keimscheibe mit dem Keimbläschen für das eigentliche Ei ansieht. — Ausser den bis jetzt betrachteten Bestandtheilen des Eies kommen jedoch

meinen Aufsatz über die Entwickelung des Spinneneies, in Zeitschr. f. wiss. Zool. a. a. O. p. 100. *R. Leuckart*, Art. Zeugung, in Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. IV.

52) Die Bildung der für partielle Furchung bestimmten Eier der Vögel etc., in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 420.

Digitized by Google

zuweilen, wie erwähnt, noch andere vor, welche dem Eie als Nahrungsmaterial beigegeben werden[53]). Allgemein ist denselben eigen, dass sie unabhängig von der eigentlichen Eianlage ausserhalb derselben entstehen und sich häufig durch eine abweichende Formbeschaffenheit von den übrigen Elementen des Eies unterscheiden. Hierher gehört zunächst der Nahrungsdotter, dann die das Ei häufig umgebende Eiweissschicht, endlich die verschiedenen secundären Hüllen des Eies (wozu man vielleicht allgemein die Dotterhaut zu rechnen hat). Da der Ort und die Weise ihrer Bildung nach der Morphologie der Genitalorgane differiert, soll ihre Bildung bei den einzelnen Classen betrachtet werden.

Die Eier der **Coelenteraten** bilden sich durch Umhüllung der die Ovarien füllenden Zellen (Keimbläschen) mit einer zuweilen ziemlich grobkörnigen Dottermasse, welche dann von einer zarten Dotterhaut umgeben wird. Bisweilen (manche Polypen) verschmilzt die das Ei umgebende Zellenlage zur Bildung einer secundären Eihaut. Die Eier enthalten nur Bildungsdotter und sind durch diesen verschieden gefärbt[54]). Der höchst wahrscheinlich vollkommen gleiche Bildungsgang der Eier bei den **Echinodermen** ist auch nur theilweise bekannt. Vielleicht finden sich untergeordnete Verschiedenheiten in ihrer Entwickelung, die mit der Morphologie der Ovarien Hand in Hand gehen. Dafür spricht das Verhalten der reifen Eier, welche bei den Comatulinen mit so wenig morphologisch differenzierten Ovarien nur von einer zarten Dotterhaut umgeben sind. Bei den übrigen Ordnungen mit ausgebildeteren Eierstocksröhren kömt hierzu noch eine zweite meist derbere äussere Haut, ein Chorion, welches bei den Asterien und Echinen einfach, structurlos ist, bei den mit längeren, besonders während der Brunstzeit so bedeutend entwickelten Ovarien versehenen Holothurien dagegen einmal eine radiär gegen die Dotterhaut gestellte Zellenschicht bildet (welche Anordnung sich auch bei *Ophiothrix fragilis* findet) und dann einen an der einen platten Seite der Eier gelegenen Canal besitzt, welcher von der äusseren Oberfläche sich etwas nach innen erweiternd bis auf die den Dotter einfach über-

53) *C. Vogt* protestiert gegen die Trennung in Bildungs- und Nahrungsdotter (a. a. O. p. 40). Es hiesse jedoch die Bedeutung des Furchungsprocesses vollständig verkennen, wollte man den sich furchenden Bildungsdotter in eine Kategorie mit dem sich nicht furchenden Nahrungsdotter bringen.

54) Nähere Untersuchungen über die Entwickelung der Eierstockseier fehlen. Die wenigen Beobachtungen, die ich machen konte, liessen mir die angegebene Weise als die wahrscheinliche erkennen.

Digitized by Google

ziehende Dotterhaut reicht[55]). Die Eier der Echinodermen haben übrigens wie die der Coelenteraten nur Bildungsdotter. Ihre Form ist meist eine kugelrunde, doch weichen die Eier mancher Holothurioiden darin ab, dass sie abgeplattete Eier besitzen. Die Eier sind gewöhnlich gelb, seltener blassröthlich, welche Färbungen dann dem ganzen Ovarium eigen sind. — Auch in der formenreichen Abtheilung der **Würmer** lässt sich der Entwickelungsgang der Eierstockseier im Allgemeinen auf den oben angedeuteten Plan zurückführen, nur dass hier durch die Bildung der Ovarien mancherlei Verschiedenheiten bedingt werden, welche jedoch mehr mit dem Umstande zusammenhängen, dass die Eier vieler Würmer ausser dem Bildungsdotter noch Nahrungsdotter enthalten, als dass sie die Bildung der Eier selbst modificierten. Die einfachere Bildung der Eier zeigen daher diejenigen Würmer, deren Eier nur Bildungsdotter besitzen, nämlich die Rotatorien, Hirudineen, Nematoden, Lumbricinen und Branchiaten. Die der structurlosen Haut des Ovarium der Räderthiere aufliegenden Zellen mit Kernen und Kernkörperchen werden frei und umhüllen sich allmählich immer dichter mit fettig glänzenden Dotterkörnchen[56]). Hat das Ei seine entsprechende Grösse erreicht, so umschliesst es sich mit einer structurlosen Dotterhaut, innerhalb welcher dann die totale Furchung vor sich geht. Andere Eier, welche wahrscheinlich überwintern sollen, erhalten ausserdem noch eine hornige äussere Hülle, deren Bildung noch unbekannt ist (s. *Leydig* a. a. O.). Sehr interessant wegen der grossen Übersichtlichkeit, die die Erscheinungen hier darbieten, ist die Entwickelung der Eier bei vielen Nematoden. Die blinden Enden der röhrenförmigen Ovarien sind mit kernhaltigen Zellen gefüllt (welche sich vielleicht, wie *Reichert* meint, durch Theilung fortwährend vermehren). Allmählich rücken diese nach unten, werden zu Keimbläschen, umgeben sich mit körniger Dottermasse und erhalten im letzten Abschnitte des Genitalschlauchs eine äussere Hülle. Entsprechend den Verschiedenheiten in den Furchungserscheinungen bei diesen Würmern[57]), welche mit der verschiedenen Zahl der Genitalschläuche in einem ziemlich bestimmten Zusammenhange zu stehen scheinen,

55) s. *Joh. Müller*, Über die Larven u. Metamorphosen der Echinodermen. 4. Abhdlg. (a. d. J. 1850 u. 1851). Berlin 1852. p. 41.

56) *Leydig* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 469) beschreibt die Keimbläschen ausdrücklich mit Keimfleck und einer in letzterem befindlichen hellen Stelle (Keimkernchen).

57) s. *Kölliker* in Müller's Arch. 1843. p. 68.

Digitized by Google

besitzen wahrscheinlich die Eier anderer Nematoden [58]) ausser dem Bildungsdotter einen ihnen vielleicht aus dem zweiten Ovarialschlauche zukommenden Nahrungsdotter. Doch fehlen auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen. Zuweilen treten an den Nematodeneiern noch äussere Hüllen auf. Was die Entwickelung der Eierstockseier bei den Hirudineen anlangt, so weisen die Angaben *Leydig's* über die Ovarien von Haemopis, Clepsine und Nephelis und der sich in denselben entwickelnden Eier auf den gleichen Bildungsgang, wie bei den Nematoden [59]). Abweichend und noch nicht vollständig ermittelt ist der Entwickelungsgang der Eier bei Piscicola und Pontobdella [60]). Deutlich lässt sich die Umhüllung der gekernten, später Keimbläschen darstellenden Zellen bei den Branchiaten verfolgen. Der häufig verschieden gefärbte Dotter wird erst verhältnismässig spät von einer zarten Dotterhaut umschlossen. — Zeigen nun auch die übrigen Würmer manche Verschiedenheiten in Bezug auf die Entwickelung ihrer, mit Nahrungsdotter versehenen Eier, so lässt sich doch dieselbe unschwer auf den gewöhnlichen Plan zurückführen, nur dass hier eben zum ersten Male das Umgeben der Eier mit in einem meist vom Ovarium getrennten Dotterstocke gebildeter Dottermasse auftritt. Hierher gehören die Cestoden, wahrscheinlich auch die Acanthocephalen, die Trematoden und Turbellarien. Die Entwickelung der Eier bei den Acanthocephalen bedarf allerdings noch der genaueren Beobachtung; *v. Siebold* gibt an, dass dieselben ausser einer sehr feinkörnigen noch eine blasige Masse enthalten. Hält man dies mit ihrer späteren Entwickelung zusammen, welche wahrscheinlich der der Cestoden entspricht [61]), so liegt es nahe die morphologische Verschiedenheit der Dotterbestandtheile auf einen Unterschied hinsichtlich ihres Antheils an der Entwickelung zu beziehen. Doch ist die Sache noch keineswegs ausgemacht, da man an den Eiern selbst das Keimbläschen noch nicht hat auffinden können. Etwas bestimmter kann man sich über die Bildung der Eier bei den Cestoden äussern. Die den Inhalt der blinden Enden der Keimstöcke ausmachenden Zellen werden zu Keimbläschen, umgeben sich

58) *Ascaris dentata, Oxyuris ambigua, Cucullanus elegans.*

59) Bei Haemopis (*Leydig*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. Taf. X. Fig. 65) enthalten die blinden Eierstocksröhren gekernte Zellen, die sich wahrscheinlich zu Keimbläschen gestalten, wobei das Keimkernchen, der Zeichnung (Fig. 66) nach zu schliessen, verloren geht. Bei Piscicola erwähnt übrigens *Leydig* der im Keimfleck vorhandenen Flecke (Keimkernchen). Auch findet sich hier eine secundär auftretende Vermehrung der Keimflecke.

60) s. *Leydig*, a. a. O. Bd. I. p. 123 u. Bd. III. p. 319. Taf. IX. Fig. 2.

61) *v. Siebold*, Lehrb. p. 156.

Digitized by Google

mit einer wenig- und feinkörnigen Dottermasse und gelangen so an den Ausführungsgang der Dotterstöcke, wo sich der aus grosskörniger Masse bestehende, wahrscheinlich in Zellen gebildete Nahrungsdotter um das eigentliche, noch hüllenlose Ei herumlegt, nachdem an derselben Stelle die Samenmasse das Ei befruchtet hat. Während des weiteren Vorrückens der Eier durch den Uterus erhalten sie die Dotterhaut und meist noch eine selbst zwei äussere Hüllen, welche ziemlich resistent, wie die Dotterhaut häufig bräunlich gefärbt erscheinen und zuweilen verschieden gestaltete Anhänge erkennen lassen. Wie die Eier der Trematoden dehisciren die der Cestoden häufig mit einem Deckel. Fast genau mit dem Bildungsgange der Cestodeneier übereinstimmend ist der der Trematoden- und Turbellarieneier[62]). Auch hier besteht der Inhalt der Keimstöcke (bei Macrostomum des hintern Endes des gemeinschaftlichen Ovariums) aus Zellen mit Kern und Kernkörperchen. Dieselben umgeben sich als Keimbläschen mit einer anfangs körnerlosen, später feinkörnigen Dotterschicht und stellen so die Eier dar, zu denen sich dann am Ausführungsgange des Dotterstocks und des *receptaculum seminis* Samenmasse zum Behufe der Befruchtung und als äussere Belegungsmasse Nahrungsdotter gesellt[63]). Bei den Trematoden und vielen Rhabdocoelen werden die Eier dann einzeln von einer Dotterhaut und einer äusseren Hülle umgeben, welche letztere, anfangs weich, allmählich immer mehr erhärtet und sich in ihrer Zusammensetzung an das Chitin anschliesst. Schon bei *Vortex balticus* beobachtete jedoch *M. S. Schultze*, dass das Ei zwei Keimbläschen einschliesse und sich zu zwei Embryonen entwickelte[64]). Noch mehr Eier scheinen bei Planarien von einer gemeinsamen Dotterhaut und äusseren Eischale umgeben zu werden, da sich hier aus einem Eie mehrere, der Zahl nach nicht vorher zu bestimmende Embryonen entwickeln[65]).

---

62) Vergl. *v. Siebold*, a. a. O. p. 142, über die Trematoden-, *M. S. Schultze*, Beiträge etc. p. 31, über die Turbellarieneier. Die dendrocoelen Strudelwürmer, über deren Eibildung noch weitere Beobachtungen fehlen, scheinen sich wenigstens in manchen Formen an die rhabdocoelen anzuschliessen.

63) Ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht (Zur nähern Kenntnis des Generationswechsels, Leipzig 1849, p. 19), dass diese Umhüllung des eigentlichen Eies mit Nahrungsdotter die Furchungserscheinungen modificiert, indem die von *v. Siebold* gesehene Embryonalzellentheilung im Innern des Eies ganz bestimmt die Furchung selbst ist, an der natürlich der äussere Nahrungsdotter sich nicht betheiligt. Dasselbe gilt von den Cestoden.

64) a. a. O. p. 32. Taf. IV. Fig. 2.

65) Die Zusammensetzung der Planarieneier aus einer Menge gekernter Dotterzellen (s. *v. Siebold*, Lehrbuch p. 171) entspricht schon einem späteren Stadium

Digitized by Google

Ähnlich wie bei den zuletzt betrachteten Würmern entwickeln sich die Eier der meisten **Arthropoden**, nur dass hier Keimstock und Dotterstock, wie bei Macrostomum, vereinigt sind und die Bildung der beiden Dotterarten nur verschiedenen Stellen eines und desselben Organes übergeben ist. Eine Ausnahme machen hiervon nur einige niedere Crustaceen und die Tardigraden. Von ersteren hat *Leydig* mehrere Formen untersucht[66]). Die Eier der Artemia, deren totale Furchung er gesehen hat, stellen nach ihm ursprünglich helle mit Kern und Kernkörperchen versehene Zellen dar, die sich durch Aufnahme körniger Dottermasse in ihren Inhalt zu Eiern bilden. Wie hier so ist auch bei Argulus das ursprüngliche Vorhandensein der Zellmembran, die dann die spätere Dotterhaut darstellen würde, sehr auffallend und würden diese Thiere die einzigen Ausnahmen von dem gewöhnlichen Bildungsgang zeigen. Die Bildung der Eierstockseier bei den Tardigraden schliesst sich der beschriebenen an; es müssen jedoch zu diesem Zwecke die von *Kaufmann*[67]) als Kerne gedeuteten Bläschen in den Ovarien für die Keimbläschen genommen werden, die sich wie sonst mit einem körnigen Dotterhofe umgeben. Die Dotterhaut, auf deren Anwesenheit *Kaufmann* aus dem gegenseitigen Abgeplattetsein der Eier schliesst, scheint jedoch auch hier später erst aufzutreten. — In allen übrigen Fällen enthalten die Eier der Arthropoden Bildungs- und Nahrungsdotter[68]). Bei den Crustaceen sondern sich aus der entweder die blinden Enden der Eierstockschläuche füllenden oder die eine Seite der weiteren Ovarien deckenden Zellenlage[69]) einzelne Zellen, deren Kern bei einigen (Isopoden) schnell zu schwinden scheint, und stellen Keimbläschen dar, die sich allmählich mit einem hellen, dann körnigen Hofe von Bildungsdotter umgeben. Sind die Eier grösser geworden,

---

der Furchung, da nach der Angabe von *Kölliker* die contractilen Zellen sich nur in befruchteten, in der Entwickelung schon einigermaassen vorgeschrittenen Eiern finden (über die contractilen Zellen der Planarienembryonen, Wiegm. Arch. f. Naturg. XII. p. 291).

66) Über *Argulus foliaceus*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 340. Über *Artemia salina* und *Branchipus stagnalis*. Ebend. Bd. III. p. 300.

67) Über die Entwickelung und systematische Stellung der Tardigraden: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 221.

68) *Carcinus maenas* soll sich vielleicht mit totaler Furchung entwickeln. Indess sprechen die Beobachtungen von *Erdl* (Entwickelung des Hummereies. Taf. II. Fig. 1 u. flgde.) vielmehr zu Gunsten einer partiellen Furchung, da die Eier, an denen er Andeutungen einer Furchung wahrzunehmen glaubte, schon embryonale Theile, wie die Anlage der Augen etc., erkennen liessen.

69) Myriapoden, Isopoden. vergl. *Leuckart*, a. a. O. p. 806 u. 807.

Digitized by Google

so gesellt sich der Nahrungsdotter zu ihnen, welcher überall aus grösseren Fettbläschen (d. h. wol kaum aus Fett allein bestehenden Bläschen) zusammengesetzt ist. Eine Dotterhaut tritt erst später an den Eiern auf. Nach *Rathke* soll dieselbe nach innen eine einfache Zellenlage tragen, welche bald verschwindet; jedoch gelang es *Leuckart* nicht, dieselbe wiederzufinden. Zu der Dotterhaut tritt häufig eine äussere zähe, die einzelnen Eier zusammenkittende Schicht, welche jedoch nur bei Argulus ein eigentliches Chorion darstellt[70]). Analog ist die Bildung der Eierstockseier bei den Arachniden. Genauer ist hier der Vorgang bei den Araneen untersucht[71]). Das hier meist mit Keimfleck und Keimkernchen versehene Keimbläschen ist überall das erst auftretende Gebilde. Der feinkörnige Bildungsdotter umhüllt nun entweder direct das Keimbläschen oder er bildet sich von einem besondern, schon oben erwähnten Körper aus, dem Dotterkerne. Dieser stellt die erste Anlage der Bildungsmasse dar; an ihm schlägt sich, gewissermaassen wie an einem Krystallisationspunkt der Dotter an, um sich, während der Dotterkern durch stäte Neubildung von Dottermasse bis zu einer gewissen, die des Keimbläschens jedoch nicht überschreitenden Grösse wächst[72]), von demselben schichtenweise abzulösen. In den reifen Eiern findet er sich nicht mehr; *v. Wittich* will denselben in reifen Eiern noch als eine dickwandige Kapsel finden, was mir jedoch so wenig als *v. Siebold* gelang. Entgegen dieser Bildungsstätte des Bildungsdotters entsteht der Nahrungsdotter in der Form grösserer Fettbläschen an der zelligen Anheftungsstelle der homogenen Eikapsel. Als letztes Gebilde endlich tritt um das zusammengesetzte Ei die Dotterhaut. Die Entwickelung der Eierstockseier der Insecten geht im Allgemeinen so vor sich[73]), dass im oberen Ende der Ovarialröhren (Keimfach der Autoren) einzelne Zellen als Keimbläschen auftreten, die sich zunächst mit einem wenig- und feinkörnigen Bildungsdotter umgeben. Allmählich nach unten rückend drängen sie die das Ovarium füllenden Zellen aus einander und erhalten je mehr und mehr grobkörnigeren Dotter, der, wie es besonders die Lepidopteren beweisen, aus den

---

70) s. *Leydig*, a. a. O. Bd. III. p. 340.

71) s. meine Abhandlung in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 97. Taf. IX. u. *Compt. rend. de la Soc. de Biologie. Tom. III. p.* 131. und *v. Wittich*, *Observ. quaed. de aranearum ex ovo evolutione. Halis Sax.* 1845. und Müll. Arch. 1849. p. 113. Taf. III.

72) Was ich gegen *Leuckart's* Einwurf (a. a. O. p. 805) festhalte.

73) s. besonders *Fr. Stein*, Vergl. Anat. und Physiol. der Insecten. 1. Monogr. p. 46 u. flgde.

Digitized by Google

sich verändernden Epithelialzellen der Ovarien selbst seinen Ursprung nimt. Eine eigentliche Dotterhaut scheint überall zu fehlen. Dagegen verschmelzen die dem Eie zunächst liegenden Epithelzellen zur Bildung des das Ei erst von unten, dann ganz umgebenden Chorion.

Die Eier der **Mollusken** bestehen, mit Ausnahme der der Cephalopoden, nur aus Bildungsdotter. Ihre Bildung ist die gewöhnliche.. Zuerst ist das Keimbläschen zu beobachten, mit Keimfleck und häufig Keimkernchen. Dasselbe umgibt sich dann mit einem allmählich immer körnerreicher werdenden Dotter bis endlich die Dotterhaut das Ei abschliesst. Die Verschiedenheiten bei den einzelnen Ordnungen beziehen sich nur auf die Morphologie der Ovarien, so dass die Eier entweder frei in den Ovarialschläuchen oder in einzelnen Kapseln sich entwickeln, welche letztere jedoch nur von, durch die Vergrösserung der Eier bedingten Ausbuchtungen der structurlosen Ovarialwandung hervorgebracht werden. Eigenthümlich ist die Bildung der Dotterhaut bei einigen Acephalen, wo sie entsteht, wenn das Ei mit seinem Dotterhofe noch in den körnigen Ovarialwänden liegt, und zwar nicht gleich als eine das Ei ringsabschliessende Hülle, sondern als ein Überzug, der sich erst allmählich um die Anheftungsstelle des Eies herumschnürt. Löst sich das Ei, so bleibt zunächst noch ein kurzer Kanal, der auf die Dottermasse führt (es erinnert dies an die Holothurieneier), sich aber bald schliesst[74]). Die Entwickelung der Ovarialeier der Cephalopoden hat man noch nicht genau verfolgen können. *Kölliker* fand[75]) schon in den kleinsten Eiern alle wesentlichen Theile. Eigenthümlich ist die netzförmige Zeichnung auf der Oberfläche der Eier, welche durch zahlreiche, ziemlich tiefe vorspringende Falten der Dotterhaut in die Dottermasse hervorgebracht werden, an denen die Haut des Eifollikels keinen Theil nimt. Das Keimbläschen mit dem Bildungsdotter liegt an dem einen spitzeren Pole des Eies; der Nahrungsdotter besteht aus ziemlich festen verhältnismässig grösseren Körnchen, deren Bildungsstätte leider noch unbekannt ist.

Ganz übereinstimmend, jedoch nach der Entwickelungsweise der verschiedenen Abtheilungen in mancher Beziehung modificiert, geht die Bildung der Eierstockseier bei den **Wirbelthieren** vor sich. Auch hier zerfallen die Eier nach ihrer Zusammensetzung in solche, welche nur Bildungsdotter enthalten (Eier der Amphibien und Säugethiere) und solche, welche ausserdem noch Nahrungsdotter besitzen (Fische,

---

74) s. *Leuckart*, a. a. O. p. 801.

75) s. Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden p. 1.

Reptilien und Vögel). Doch findet zwischen beiden insofern eine grössere Übereinstimmung statt, als bei entsprechenden Verschiedenheiten bei wirbellosen Thieren, da die Bildungsstätte der Eier gewisse auf die Zusammensetzung derselben zu beziehende Veränderungen erkennen lässt, welche den Übergang zwischen beiden Formen vermitteln. Am einfachsten ist die Bildung der Eier bei den Amphibien. Innerhalb der structurlosen Kapsel, welche im faserigen Stroma des Eierstocks meist in der Nähe von Blutgefässen eingebettet liegt, erscheint zuerst eine Zelle, das Keimbläschen, mit ursprünglich einfachem Kern. Unter selbständiger Vermehrung dieses Kernes vergrössert sich dieselbe immer mehr. Neben ihr tritt dann ein ursprünglich wenig Körnchen enthaltender Ballen auf, der Dotterkern, an welchem sich allmählich mehr und mehr Dottermasse anhäuft. Hat derselbe eine bestimmte Grösse erreicht, so trennen sich die an seiner Oberfläche gelegenen Körner, um die Eiflüssigkeit nach und nach gleichmässig mit Dotter zu füllen. Ausser den anfangs sehr kleinen Dotterkörnchen treten später charakteristisch geformte Körperchen im Dotter auf, die man früher ihrer optischen Eigenschaften wegen für Fett hielt, welche aber, wie *Virchow*[76]) gezeigt hat, wesentlich aus einer eiweissartigen Masse bestehen. Zuletzt bildet sich um den Dotter die Dotterhaut. Die Säugethiere, welche gleichfalls nur Bildungsdotter in ihren Eiern haben, lassen trotzdem schon eine wesentliche Modification in der Bildungsart derselben erkennen[77]). Die structurlose Haut der Follikel, welche sich um kleine im Eierstockstroma eingestreute Zellenhaufen bildet, umschliesst anfangs nichts mehr als eben diese Zellen, von denen sich die oberflächlichen als inneres Epithel der Membran anlegen, während die centrale schon früh durch bedeutendere Grösse vor den übrigen sich auszeichnet. Sie stellt das spätere Keimbläschen dar[78]). Allmählich vergrössert sich der Follikel, umgibt sich mit mehr weniger dichten Faserschichten und füllt sich mit Flüssigkeit. Die sich vermehrenden Zellen kleiden denselben als *membrana granulosa* aus, welche das ursprünglich centrale Keimbläschen, bald mit einer Flüssigkeitsschicht umgeben, an der oberflächlichsten Stelle des Follikels ganz

---

76) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 236.

77) s. *C. E. v. Baer, De ovi mammalium et hominis genesi. Lips.* 1827. *Steinlin*, a. a. O. und *Leuckart*, a. a. O. p. 783.

78) Dass *Bischoff* und *Leuckart* das Keimbläschen in den frühesten Stadien der Eibildung nicht auffanden, erklärt sich aus der schon von *Steinlin* gemachten Beobachtung, dass es sich anfangs in nichts von den übrigen Zellen unterscheidet.

Digitized by Google

einschliessen. Auf diese Weise entsteht auf der inneren Oberfläche der *membrana granulosa* eine Hervorragung, der Keimhügel, *cumulus proligerus*. In der das Keimbläschen umgebenden ursprünglich klaren Flüssigkeit treten allmählich feine Dotterkörnchen auf, die endlich gegen die Reife des Eies hin von einer zarten Dotterhaut umschlossen werden. Diese wird allmählich dicker und stellt zuletzt die sogenannte *zona pellucida* dar. Bei der Reife des Eies platzt der Follikel an der hervorragendsten, verdünnten Stelle und das Ei tritt meist mit den ihn zunächst umgebenden Zellen der *membrana granulosa* (*discus proligerus*) umgeben in das offene Ende der Tuba. Hat das Ei das Ovarium verlassen, so kann natürlich letzteres nichts mehr zu seiner ferneren Entwickelung beitragen. Es gehen jedoch nun Veränderungen im Follikel vor sich, welche deshalb hier besprochen werden müssen, als sie bis zu einer bestimmten Grenze das vollständige Bild der weiteren Entwickelung der Eier in den Fällen sind, wo sie Nahrungsdotter erhalten [79]). In dem Follikel bildet sich nämlich ein sogenannter gelber Körper aus, welcher genau dem dem Vogelei mitgegebenen Nahrungsdotter entspricht [80]). Die Zellen der *membrana granulosa* vermehren sich ansehnlich und füllen endlich ganz allein die Follikelhaut aus. Gleichzeitig tritt in ihnen ein gelbes Pigment auf, welches dem des gelben Eidotters vollständig entspricht. Da jedoch dieser gelbe Körper keine Beziehung zum Ei mehr hat, treten auch bald involutive Erscheinungen an ihm auf. Die Zellen verwandeln sich nämlich bald in Bildungszellen für Capillar- und etwas grössere Gefässe, während sich die zwischen ihnen sich findende Intercellularsubstanz zu Bindegewebe umwandelt. Anders beim Vogelei und dem der Reptilien und Fische. Wie bei den Säugethieren enthält der Follikel ursprünglich nur das sich durch seine Grösse vor den übrigen in ihm enthaltenen Zellen auszeichnende Keimbläschen. Auch hier umgibt sich dasselbe, während sein Kern sich gleichfalls selbständig vermehrt, mit Flüssigkeit und wird auch hier gegen die Oberfläche des Follikels gedrängt [81]). Es tritt jedoch hier, wenn sich die sparsam feinkörnige Bildungsdottermasse

---

79) s. besonders *H. Meckel*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 420.

80) s. *Zwicky*, *De corporum luteorum origine atque transformatione. Turici* 1844.

81) s. *Meckel*, a. a. O. Taf. XV. Fig. 1 — 5. Interessant ist die von *Leydig* bei Trygon beobachtete Faltenbildung der Follikelwandungen, wodurch, im Gegensatz zu den Dotterhautfalten der Cephalopodeneier, hier eine wirkliche Vergrösserung der secernirenden Oberfläche gegeben wird.

Digitized by Google

um das Keimbläschen gebildet hat, keine Dotterhaut auf [82]), sondern dieselbe bleibt nur durch die etwas bedeutendere Consistenz ihrer Flüssigkeit von der sich von Aussen an sie anlegenden Zellenmasse getrennt. Letztere verdankt ihre Entstehung einer in den Zellen der *membrana granulosa* eingeleiteten lebhaften Zellenvermehrung, wobei die sich nach und nach bildenden Zellen der den Follikel füllenden Flüssigkeit beigemengt werden. Auf diese Weise entsteht der das eigentliche membranlose Ei immer dichter umgebende gelbe Nahrungsdotter, der sich bei der Reife des Eies mit einer bei Fischen structurlosen, bei Reptilien und Vögeln aus verschmolzenen Zellen entstandenen Dotterhaut umkleidet. Der Follikel besteht jetzt aus einer durch faseriges Bindegewebe verstärkten Kapsel, dem innen zunächst ein Epithel anliegt. Auf dieses folgt dann die Dotterhaut mit dem Dotter, in dessen Innern das eigentliche Ei liegt, welches letztere jedoch sein Keimbläschen in einer vom Centrum des Eies nach der Peripherie reichenden flaschenhalsförmigen Verlängerung dicht unter der Dotterhaut enthält. So wenigstens beim Vogelei. Bei den Fischen und Reptilien ist der ganze Bildungsdotter samt Keimbläschen näher der Oberfläche des Eies. Ausser der erwähnten Dotterhaut treten nun noch häufig äussere Schalen auf. Besonders häufig ist eine Schicht Eiweiss um das Ei herumgeschlagen, die auf Rechnung der secernirenden Thätigkeit der Eileiterdrüsen kömt; dann nach Aussen noch eine meist festere, häufig (bei den Vögeln allgemein) kalkhaltige Schale, welche wol *Meckel* mit Recht den Uterindrüsen zuschreibt. *Meckel* scheint sogar Recht zu haben, wenn er die Schale (der Vogeleier) selbst aus einer sich lösenden Schleimhautschicht (wie die Decidua) des Uterus entstehen lässt, in der er Fasergewebe, die Mündungen der Uterindrüsen, sogar Spuren grösserer Blutgefässe erkannte.

Nach der Entwickelungsweise der Eier in den verschiedenen Classen des Thierreichs kann ich daher nur das Keimbläschen, aber dieses ganz bestimmt für eine Zelle ansehen, während das Ei selbst ein zusammengesetztes Gebilde eigener Art darstellt, welches erst mit der Bildung der ersten Furchungskugel in das Bereich der einfachern histiologischen Elementartheile zurücktritt. Es ist ferner bei der gleich zu besprechenden Morphologie der Samenelemente von grossem Interesse, dass die sich selbständig mehrenden Kerne der primären Zelle (die Keimflecke) beim Eie sich nicht weiter direct an den späteren morphologischen Veränderungen desselben betheiligen, welche

---

82) Wie ich mit *Leuckart* gegen *Meckel* behaupten muss.

Digitized by Google

sich vielmehr sämtlich auf Umlagerungserscheinungen zurückführen lassen.

2. **Samen.** Die zum Behufe der Befruchtung den Körper der männlichen Individuen verlassende Samenmasse zeigt in den verschiedenen Thierclassen einige Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung, welche sich jedoch nicht wie bei den Eiern auf Verhältnisse beziehen lassen, die ihre ursprüngliche Bildung im Hoden betreffen, sondern welche, wenn eine Analogie aufgesucht werden soll, mehr den secundären Beifügungen entsprechen, die das Ei z. B. in den zuletzt betrachteten Formen bei seinem Durchtritt durch die Leitungsapparate erhält. War es bei den Eiern nicht immer leicht, die wesentlichen Bestandtheile als solche nachzuweisen, so zeigt die Untersuchung der Hoden als Bildungsstätte der Samenelemente übereinstimmend in allen Thierclassen Formbestandtheile, welche sich, so abweichend auch ihre Form und vielleicht selbst ihre Entwickelung sein mag, doch als die wesentlichsten herausstellen. Es sind dies die Samenkörperchen, die früher ihrer eigenthümlichen Beweglichkeit wegen sogen. Spermatozoen oder Spermatozoiden, deren allgemeines Vorkommen besonders durch *R. Wagner*[83]), *v. Siebold*[84]) und *Kölliker*[85]) nachgewiesen wurde. Ausser diesen finden sich in der ejaculierten Samenmasse meist eine in verschiedener Menge vorhandene Flüssigkeit und zuweilen noch einzelne von den Samenkörperchen abweichend geformte Elemente, welche beide dem Samen bei seinem Austritt nur zugemischt oder wie letztere, verschiedene Bildungsstufen der Samenkörperchen darstellend, nur zufällig in die Samenmasse gelangt sind. Da jedoch beide in manchen Fällen gänzlich fehlen, es auch nachgewiesen ist, dass allein die eigenthümlich geformten Samenkörperchen zu befruchten vermögen, sind diese letzteren als die eigentlichen morphologischen Hauptbestandtheile des Samens anzusehen. — Was die Morphologie der Samenkörperchen im Allgemeinen betrifft, so lassen sich sämtliche Formverschiedenheiten derselben auf drei Hauptformen reduciren, die Form der Zelle, des Haarfadens und des geknöpften Fadens (cercarien- oder stecknadelförmige Samenkörperchen) und es fallen diese Grundformen ziemlich, wenn auch natürlich nicht streng, mit den Hauptentwickelungs-

---

83) Fragmente zur Physiologie der Zeugung. 1837.

84) Müller's Arch. 1836. p. 232. 1837. p. 381.

85) Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. 1841. und die Bildung der Samenfäden in Bläschen. 1846.

Digitized by Google

verschiedenheiten zusammen[86]). So wenig jedoch, als bei der Bildung der Eier die etwaige Verschiedenheit in der Form des Keimbläschens, der Dotterelemente u. s. w. die morphologische Identität der betreffenden Eier aufhebt, ebenso wenig zeugen die Verschiedenheiten in der Form und Entwickelung der Samenkörperchen für eine morphologische Verschiedenheit der hierher gehörigen Gebilde, da dieselbe, wie gleich gezeigt werden soll, nur auf secundären Erscheinungen beruhen.

Wie erwähnt entsprechen sich genau die primitiven Zellen des Inhaltes der Ovarialfollikel oder -röhren und die der Hodencanälchen. Indess wurde gleichfalls schon bemerkt, dass diese Übereinstimmung nur bis zu einem gewissen Punkte gieng, bis zu der Individualisirung der Ovarialzellen zu Keimbläschen. Treten diese nun durch Umlagerung des Dotters aus dem directen Verbande mit ihrem Mutterboden, so lassen sich nur noch wenige den einleitenden Vorgängen zur Samenbildung analoge Erscheinungen an ihnen erkennen, die Vermehrung der Keimflecke. Wie jedoch diese in einer noch nicht zu übersehenden Beziehung zur weiteren Eibildung stehen, so bildet die entsprechende Erscheinung bei der Samenbildung deren hauptsächlichste morphologische Eigenthümlichkeit. Die Keimzellen der Samenkörperchen treten nicht, wie die Keimbläschen, aus dem Verbande mit dem übrigen Organismus; ihre weiteren Verwandlungen treten daher an ihnen als Zellen auf, d. h. in ihnen selbst, während, um es nochmals zu betonen, die Keimbläschen als Centren von distincten Neubildungen sich darstellen. Während daher bei letzteren die Vorgänge in ihrem Inneren nur untergeordnete Bedeutung für die Morphologie der neuen Eier hatten, werden dieselben bei den Samenkeimzellen zu wesentlichen. Diese Vorgänge im Inneren der Keimzellen der Samenkörperchen stellen nun überall Formen von endogener Neubildung dar und zwar wird 1. entweder die ganze Zelle zur Neubildung von Tochterzellen verwendet, oder 2. die Vermehrung trift nur die Kerne, oder 3. die Zelle theilt sich fortgesetzt in einen Zellenhaufen, zuweilen mit Zurücklassung eines centralen hüllenlosen Inhaltstheiles (centrale Kugel)[87]). Im ersteren Falle stellt das Resultat der

---

86) Vergl. von neueren Arbeiten, ausser den Specialuntersuchungen, den Artikel Semen in *Todd's Cyclopaedia* Bd. IV. p. 472. von *R. Wagner* und *R. Leuckart*, sowie des Letzteren Artikel Zeugung a. a. O. p. 819.

87) Die von diesen drei Formen endogener Neubildung in den Keimzellen abhängenden drei Bildungsarten der Samenkörperchen erwähnen übrigens schon *Wagner* und *Leuckart*, a. a. O. p. 501. und *Leuckart*, Zeugung. a. a. O. p. 851.

Digitized by Google

endogenen Zellenvermehrung (welche übrigens ganz nach dem früher gegebenen Bilde vor sich geht), die jungen Zellen als solche, die Samenkörperchen dar[88]). Im zweiten bildet sich in je einem der durch Theilung entstandenen jungen Kerne ein (cercarienförmiges) Samenkörperchen, während im letzteren der Inhalt der jungen Zellen oder deren Kerne nach Art der zweiten Form ein oder mehrere Samenkörperchen entwickelt[89]). Die Samenkörperchen selbst haben daher gar kein Analogon in irgend einem Eitheile. Sie sind geformte Secretionselemente, und schliessen sich in ihrem chemischen Verhalten auch zunächst an Epithelialbildungen an[90]). Auf eine der drei besprochenen Formen lassen sich nun die Samenkörperchen sämtlicher Thiere sowol in Bezug auf ihre Gestaltung als auf ihre Entwickelung zurückführen[91]).

Bei den **Coelenteraten** und **Echinodermen** entwickeln sich die stecknadelförmigen Samenkörperchen aus Kernen (2. Form der Entwickelung), die in grösserer Anzahl in den Keimzellen eingeschlossen sind[92]). Unter den **Würmern** sind bei den Rotiferen Samenkörperchen so wenig als Hoden mit Sicherheit nachgewiesen[93]). Diejenigen der Anenteraten, Trematoden und Turbellarien (mit Ausnahme der Nemertinen, welche stecknadelförmige besitzen), sind haarförmige Samenfäden, welche sich nach der dritten Entwickelungsform entwickeln[94]); es verwandelt sich hier die Keimzelle in einen Haufen kernhaltiger Zellen ohne centrale Kugel. Mit diesen über-

---

Doch berücksichtigten sie die morphologisch viel bedeutungsvollere Neubildung im Innern der, im Vergleich zum Keimbläschen, viel selbständigeren Keimzelle nicht hinreichend.

88) s. *Reichert* in Müll. Arch. 1847. p. 88 flgde.

89) s. *Kölliker*, Die Bildung der Samenfäden in Bläschen. Neue Schweizer Denkschr. Bd. VIII. p. 5.

90) s. *Frerichs'* Mittheilung im Artikel Semen a. a. O. p. 505. 506.

91) Die genaue Art und Weise, wie die Samenfäden in ihren Bläschen (Zellen oder Kerne) entstehen, ist freilich noch nicht sicher ermittelt. Doch scheint der Inhalt derselben das wesentliche Element zu sein, da sich Reste ihrer Membran noch häufig an den Fäden der Samenkörperchen als Knötchen u. s. w. erkennen lassen.

92) s. *Kölliker*, Beiträge, Taf. I. Fig. 7 — 10. 13.

93) *Leydig* beschreibt allerdings von Lacinularia Strahlenzellen, die er für Samenkörperchen (oder wol Entwickelungsstufen derselben) ansieht, und die vielleicht mit diesen zusammenhängen, jedoch ist ihre vollständige Entwickelung noch zu untersuchen, s. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 471.

94) s. *Kölliker*, Bildung der Samenfäden in Bläschen p. 44 u. 46. Taf. II. Fig. 31.

Digitized by Google

einstimmend ist die Bildung der Samenkörperchen bei den Hirudineen, nur dass hier eine centrale Kugel im Centrum der jungen Zellenhaufen zu finden ist, und ebenso die der stecknadelförmigen bei den Annulaten, wo jedoch bald eine centrale Kugel vorhanden ist (Lumbricus), bald nicht. Eigenthümlich sind die Samenkörperchen der Nematoden. Sie stellen nämlich Zellen mit Kern und Kernkörperchen dar, die direct aus einem Theilungsprocesse der Keimzelle hervorgegangen sind, und sind entweder rund oder birnförmig kurz gestielt[95]). — Die **Arthropoden** lassen in den einzelnen Abtheilungen eine ziemliche Verschiedenheit der Form an den Samenkörperchen erkennen, welche sich leider noch nicht ganz sicher auf eine mit der anderen Classen eigenen übereinstimmende Entwickelungsweise derselben reduciren lassen, so besonders bei den Crustaceen. Unter diesen besitzen die Cyclopiden und chilognathen Myriapoden zellenförmige, die Chilopoden haarförmige Samenkörperchen, von denen die Entwickelung der ersteren an die erste Entwickelungsweise, die der letzteren vielleicht an die dritte sich anschliesst. Mit letzteren stimmen ferner die haarförmigen Samenkörperchen der Amphipoden, Isopoden und meisten Entomostraken überein. Die Strahlenzellen der Decapoden, deren nach dem dritten Entwickelungstypus stattfindende Bildung besonders *Kölliker* dargethan hat[96]), stellen eigenthümliche starre Gebilde dar mit zellenartigem, verschieden geformtem Körper und mehr oder weniger verlängerten den Körper meist in entgegengesetzter Richtung verlassenden feinen Strahlen, die sogen. Strahlenzellen. *Kölliker* macht jedoch schon darauf aufmerksam, dass die Strahlenzellen vielleicht nur Entwickelungszustände von Samenkörperchen einer gewöhnlicheren Form sein könten. Wenn auch die Beobachtung *Leuckart's*, dass die Strahlenzellen des Flusskrebses als solche in die weiblichen Genitalorgane eintreten[97]), dagegen zu sprechen scheint, so sind doch wol noch weitere Untersuchungen abzuwarten, ehe das allgemein morphologische Verhalten dieser Gebilde beurtheilt werden kann. Ein Gleiches gilt eigentlich auch von den Samenkörperchen der Arachniden, obschon wir wissen, dass diejenigen der Tardi-

95) s. *Har. Bagge, Diss. de evolutione Strongyli auric. et Ascaridis acum. Erlang.* 1841. Fig. XXVIII. (XVIII.) A. B. — Vor allem *Reichert*, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Samenkörperchen bei den Nematoden, Müll. Arch. 1847. p. 88. Taf. VI.

96) Bildung der Samenfäden etc. p. 30.

97) a. a. O. p. 843.

Digitized by Google

graden und Scorpioniden, von denen sich die letzteren nach *Kölliker* nach der 2. Form entwickeln, haarförmig mit schwacher kopfartiger Verdickung sind. Unter den Araneen scheinen nach den Mittheilungen *Leuckart's*[98]) kürzere, stabförmige Arten vorzukommen, welche sich in Kernen bilden, und andere, welche vielleicht stets zellenartige Körper bleiben. Die Samenkörperchen der Insecten sind stets fadenförmig mit einem nur leise angeschwollenen Ende. Sie entwickeln sich, wie es besonders *v. Siebold* gezeigt hat, nach der 3. Art, wobei meist eine centrale Kugel im Innern der Keimzelle übrig bleibt. Nachdem die sich einzeln in den Kernen der jungen Zellen entwickelnden Samenfäden frei geworden sind, ordnen sie sich meist innerhalb einer ihnen vielleicht erst secundär zutretenden Hülle in ein Bündel (selten in anderer Weise, s. unten), welches dann durch die gleichmässige wellenförmige Bewegung sämtlicher Fäden ein eigenthümliches Schauspiel darbieten.

Die **Mollusken** haben der Mehrzahl nach haarförmige Samenkörperchen mit mehr weniger scharf abgesetztem cylindrischem oder gebogenem Kopfe; nur bei einigen Cephalophoren und den Acephalen kommen Formen vor, die aus einem sehr kleinen kugeligen Kopf und äusserst dünnen fadenförmigen Anhang bestehen, die man gewöhnlich als stecknadelförmige bezeichnet. Mit Bezug auf ihre Entwickelung, so ist sie besonders bei den Cephalophoren genauer von *Kölliker*[99]) verfolgt. Die Keimzelle erzeugt durch endogene Bildung einen Haufen junger Zellen, der eine centrale hüllenlose Kugel, den Rest des sich nicht an der Vermehrung betheiligenden Inhaltes der Keimzelle einschliesst. In den Kernen der einzelnen Zellen entstehen je einzeln in ihnen die Samenkörperchen, die nach Schwinden der Kernmembran frei in die Höle ihrer Zellen zu liegen kommen. Sie durchbrechen auch die Membran dieser und inseriren sich dann an der centralen Kugel, die dann einen schopfartigen Anhang von feinen Fäden erhält. Fehlt, wie es scheint, in manchen Fällen die centrale Kugel, so geht doch die Entwickelung im Übrigen ganz gleich vor sich, es werden aber dann die Samenkörperchen nur durch die sich zwischen den jungen Zellen findende Bindemasse zusammengehalten. Merkwürdig ist das Vorkommen zweierlei Formen von Samenkörperchen bei Paludina, von denen sich die eine Art genau an die eben geschilderte Entwickelungsweise an-

98) Art. Semen a. a. O. p. 490. mit Abbildungen von Clubiona, Epeira und Dysdera.

99) Bildung der Samenfäden, a. a. O. p. 4.

schliesst, während die andere, die man früher als Entwickelungszustände der andern betrachtet hatte, sich durch ihre Grösse schon von der ersten auszeichnend, wurmförmig ist mit einem Pinsel kurzer Haare am einen Ende, und sich aus Zellen bildet. Die dieser letzteren Form zugehörigen Keimzellen sind viel grösser als die der ersten, enthalten in ihrem Innern auch viel grössere auf endogenem Wege entstandene junge Zellen. Diese verlängern sich nun, während Kern und Kernkörperchen noch deutlich sichtbar bleiben, nach beiden Seiten, bis sie überall eine gleichmässige Dicke erlangt haben; der Kern schwindet, aber noch vorher theilt sich das eine Ende in mehrere feine Fäden[100]). Die Samenkörperchen der Acephalen entstehen in kleinen in der Keimzelle eingeschlossenen Bläschen, die vielleicht auf die 2. Form der Entwickelung führen, was bei den Cephalopoden nach der Angabe *Kölliker's*[101]) als sicher anzunehmen ist. – Ehe die Bildung der Samenkörperchen der Wirbelthiere besprochen wird, muss noch bemerkt werden, dass bei vielen der bis jetzt betrachteten Wirbellosen der Samen nicht frei in den Körper des Weibchens übertragen wird. Mit Ausnahme der Radiaten, eines Theils der Würmer und der Acephalen und Cephalophoren werden von den Leitungsapparaten der männlichen Genitalorgane, zuweilen (besonders bei den Arthropoden) von besonderen drüsenartigen Anhängen derselben, Stoffe ausgesondert, die die Samenmasse entweder ohne weitere Anordnung zusammenheften und als Ballen der weiblichen Genitalöffnung anzufügen gestatten oder die Samenkörperchen werden in von einer zähen Masse gebildeten Schläuchen zuweilen mit höchst regelmässiger Anordnung der Samenkörperchen den Weibchen übergeben. Es sind dies die sogen. Spermatophoren. Bestandtheile derselben sind stets die structurlosen zähen Secretstoffe, die zu Hüllen um die Samenmasse erstarren, zuweilen als Boden für die Insertion der Samenkörperchen dienen. Ersteres findet sich sehr häufig bei den Arthropoden, wo nur in verhältnismässig wenig Fällen die Samenmasse ohne dergleichen Vorrichtungen auf das Weibchen übertragen wird. Ein Beispiel der letzteren Anordnung geben die Locustinen, deren federförmig gruppirte Spermatophoren besonders durch *v. Siebold's* Untersuchungen bekannt wurden[102]). Ausserordentlich zusammengesetzt, histiologisch jedoch nur auf die zähen Secretstoffe der an den Leitungsapparaten befindlichen Drüsen zu redu-

---

100) s. *Leydig*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 181. Taf. XIII. Fig. 36–42.
101) a. a. O. p. 38.
102) s. *N. Act. Ac. Leop. Car. Nat. Cur. XXI. P. I. p.* 251.

Digitized by Google

ciren sind die Samenmaschinen der Cephalopoden[103]), die sogen. Needham'schen Körper.

Die Samenkörperchen der **Wirbelthiere** sind durchgehends feine Haarfaden mit einem verschieden geformten Kopfende und entwickeln sich alle übereinstimmend nach der oben angeführten zweiten Art; das heisst die endogene Neubildung innerhalb der Keimzellen erstreckt sich nur auf die Kerne, in denen die Samenkörperchen einzeln entstehen. Unter den Fischen haben die Plagiostomen Samenkörperchen mit cylindrischem, zuweilen schraubenförmig gewundenem Kopfende[104]), während sich die der Knochenfische an die oben als stecknadelförmig bezeichnete Form anschliessen. Die Entwickelung der letztern ist noch nicht vollständig untersucht. Nur selten ordnen sich dieselben in regelmässige Bündel innerhalb der Keimzellen, was von der grösseren oder geringeren Zahl der gebildeten Kerne abhängt. An den Samenkörperchen der Amphibien treten ziemliche Formverschiedenheiten auf. Diejenigen der Salamander und Tritonen, an welche sich auch die von Bombinator anschliessen, sind einmal dadurch ausgezeichnet, dass sie einen nach vorn spitz endenden Kopf besitzen, vor allem aber durch die Anwesenheit eines undulirenden Kammes auf ihrem haarförmig verlängerten Körper. Man hielt diesen früher für das umgeschlagene Ende des Schwanzes[105]), bis *Pouchet*, besonders aber *J. N. Czermák* auf die wahre Ursache des eigenthümlichen undulirenden Phänomens aufmerksam machte[106]). Die Samenkörperchen der übrigen Amphibien haben einen cylindrischen (nur bei Pelobates spiralig gewundenen)[107]) Kopf und entwickeln sich wie gewöhnlich in den zuweilen sehr zahlreichen Kernen der Keimzellen, innerhalb welcher sie sich häufig in Bündel ordnen[108]). Die Reptilien haben Samenkörperchen von ziemlich übereinstimmender Form mit länglichem cylindrischem Kopfe, der hier nicht gewunden ist, und feinem haarförmigen Anhang. Ganz analog sind die Samenkörperchen der Vögel geformt, nur dass hier bei den meisten Passerinen der Kopf

---

103) s. besonders die Abbildung und Beschreibung derselben von *Milne Edwards* Ann. d. sc. nat. 2. Sér. T. XVIII. p. 331. Taf. XIII. XIV.

104) Über ihre Entwickelung s. *Kölliker*, a. a. O. Taf. I. Fig. 12.

105) So noch *Wagner* und *Leuckart*, a. a. O. p. 481.

106) s. *Czermák*, Über die Spermatozoiden von Salamandra atra: Übersicht der Arbeiten etc. d. schles. Ges. 1848. u. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. p. 350 mit der von *v. Siebold* beigegebenen Tafel XXI.

107) s. *Wagner* u. *Leuckart*, a. a. O. p. 482.

108) s. *Kölliker*, a. a. O. Fig. 15. vom Frosch.

Digitized by Google

schraubenförmig gewunden ist mit einzelnen bis 10 Windungen. Ihre Entwickelung ist die gewöhnliche. Nur wenig Verschiedenheiten zeigen die Samenkörperchen der Säugethiere; dieselben beziehen sich nur auf die Form des Kopfes, welcher oval, herzförmig, zugespitzt u. s. w. ist und stets einen feinen nur wenig in seiner Länge schwankenden Schwanzanhang besitzt[109]). Sie entwickeln sich stets in Kernen, welche anfangs ein oder mehrere Kernkörperchen erkennen lassen und entweder bis zur Bildung der Samenkörperchen in den Keimzellen eingeschlossen bleiben, oder schon vorher dieselben verlassen und dann frei in den Hodencanälchen getroffen werden[110]). Die Samenmasse der Wirbelthiere wird nie in bestimmt geformten Massen auf die weiblichen Genitalorgane übertragen, sondern erhält nur in den obern Classen Secrete der Anhangsdrüsen der Leitungsapparate zugemischt, denen sie dann meist ihre Consistenz und in gewisser Hinsicht ihre Übertragbarkeit verdankt.

So wichtig für eine Physiologie der Zeugung die Bewegungserscheinungen der Samenkörperchen sind, besonders auch das merkwürdige Factum der Ösenbildung der Samenkörperchen bei der Berührung mit Wasser in den Fällen, wo eine Intromission bei der Begattung stattfindet, worauf meiner Ansicht nach noch zu wenig Rücksicht genommen worden ist, so müssen doch dieselben, sowie die übrigen physiologischen Verhältnisse des Samens bei einer rein morphologischen Betrachtung ausser Acht gelassen worden.

c) *Histiologische Verhältnisse der neomeletischen Organe.*

Obschon in der Mehrzahl der Fälle die Brutpflege, Neomelie, durch besondere Formen der Entwickelung oder besonders gebildete Individuen ausgeführt wird[111]), so kommen doch auch, wenn auch nur in den höheren Abtheilungen des Thierreichs, organologische Einrichtungen vor, die sich ausschliesslich darauf beziehen. Im Allgemeinen kann hier schon darauf aufmerksam gemacht werden, dass, während in den niederen Classen ein Polymorphismus der Individuen sehr verbreitet auftritt, die accessorischen Functionen, welche dort einzelnen Individuen übergeben waren, je höher wir in der Thierreihe emporsteigen, desto inniger mit der Organisation der geschlechtlich entwickelten Thiere verbunden sind. Man findet daher auch bei wir-

---

109) Vergl. *Ecker*, Icon. physiol. Taf. XXI. Fig. III. u. Fig. VII. (Entwickelung der Samenkörperchen vom Hunde).

110) s. *Kölliker*, a. a. O. Fig. 11. und Gewebelehre p. 496. Fig. 260. vom Kaninchen.

111) s. über den Begriff der Neomelie das nächste Buch.

Digitized by Google

bellosen Thieren wenig Vorrichtungen, die sich morphologisch und besonders histiologisch als ausschliesslich neomeletische darstellten. Es können höchstens die den Eiern beigegebenen Hüllen, sowie die verschiedenen Apparate zur Sicherung der gelegten Eier, wie Legestachel, Legeröhren, das Gerüst der Eiertrauben mancher Thiere u. s. w. hierher bezogen werden. Jedoch schon bei den Insecten, bei denen in der Bildung grösserer Colonien noch einmal der Polymorphismus niederer Thiere nachklingt, findet sich von eigentlichen Brutorganen nichts mehr. Auch bei den Mollusken sind dieselben selten. Als eine hierher gehörige Eigenthümlichkeit ist die Aufnahme der Eier der Najaden in Erweiterungen der Kiemenlamellen, die oben angeführt wurde, zu nennen, ferner die Nidamentaldrüsen der Cephalopoden. Jedoch fehlen auch hier noch alle Erscheinungen, welche auf einen, ich möchte sagen morphologischen Zusammenhang des Eies nach der Geburt mit seinen Elterindividuen hinwiesen. Erst in der Classe der Wirbelthiere treten derartige organologische Eigenthümlichkeiten auf, jedoch selbst hier in den niederen Abtheilungen nur selten. Unter den Fischen ist nur ein Fall bekannt, die Bruthölenbildung bei den männlichen Syngnathen[112]). Die gelegten Eier kleben hier zunächst an die untere Fläche der Abdominalwandungen an, worauf entweder die Klebemasse einfach erstarrt und so die Eier angeheftet erhält (Scyphius nach *Stannius*) oder die Haut sich zu beiden Seiten in Falten erhebt, die über den Eiern zur Schliessung der Höle zusammentreffen. Von der Cutis wird jedoch hier nur eine schwer nachzuweisende Schicht wahrgenommen. Auch unter den Amphibien ist nur ein einziges und zwar analoges Beispiel aufzuweisen, die Bildung der Bruträume auf dem Rücken der weiblichen Pipa. Auch hier bilden sich, jedoch einzeln um die Eier, von der Haut ausgehende Hölen, in denen die Eier die ersten Zustände der Entwickelung durchlaufen. Bei den Vögeln übernimt in manchen Fällen der drüsenreiche Kropf in den ersten Tagen nach dem Auskriechen der Jungen deren Ernährung[113]), indem die seine Wandungen reichlich besetzenden Drüsen eine Flüssigkeit secerniren, die in ihrem äusseren Verhalten, sowie in ihrer mikroskopischen Zusammensetzung sehr an die Milch erinnert. Die Säugethiere besitzen in

---

112) Dass es die Männchen sind, welche die Eier tragen, kann ich mit *v. Siebold* und *Stannius* nach eigener Anschauung bestätigen.

113) Ob überall, wo der Kropf während der Brütezeit sich stärker entwickelt? und übernimt wol die männliche Trappe (*Otis tarda*), da dem Weibchen der Kropf fehlt, das Geschäft des Stillens?

Digitized by Google

den Milchdrüsen, welche wol beiden Geschlechtern zukommen, sich jedoch in der Regel nur bei den Weibchen zur wirklichen Secretionsfähigkeit entwickeln, brutpflegende Organe, indem die Jungen eine ziemliche Zeit nach der Geburt durch sie ernährt werden. Dieselben stellen Epithelialdrüsen von traubenförmiger Gestalt dar, welche an verschiedenen, in den einzelnen Fällen jedoch bestimmten Stellen unter der äusseren Haut in dem Fettpolster sich finden. Die einzelnen Träubchen schicken je einen mit Epithel und einer Bindegewebsschicht versehenen Ausführungsgang nach der Brustwarze. Dieselbe bildet eine mit glatten Muskelfaserzellen versehene Erhebung der Cutis mit einem ziemlich dünnen Epidermoidalüberzug, welche von den Milchgängen durchbohrt wird. Die Milchsecretion beruht auf der Abstossung der mit Fettkörperchen gefüllten Epithelzellen der Drüsenbläschen. Die Zellmembran und der Kern schwindet und das Fett wird der gleichzeitig von Blutgefässen ausgeschiedenen Flüssigkeit beigemengt.

§. 26.

Nervensystem und Sinnesorgane.

Constituirende Gewebe sind hier vor Allem das eigentliche Nervengewebe. Zu diesem kommen dann noch Bindegewebe, in verschiedener Form besonders zur Bildung der Hüllen verwendet, Blutgefässe und bei den Sinnesorganen Einrichtungen, welche dem Nerven den betreffenden Reiz zugänglich machen, so dass, wie früher erwähnt wurde, in jedem Sinnesorgane die für dasselbe specifischen Reize mit möglichstem Ausschluss der übrigen von besonderen meist physikalisch zu erklärenden Apparaten aufgenommen und dem sich in ihm verbreitenden Nerven zugeführt werden. Bei der histiologischen Bestimmung der Sinnesorgane an niederen Thieren hat man daher auch vorzüglich auf diese Bedingungen der Existenz derselben Rücksicht zu nehmen.

Die **Protozoen** entbehren jeder Andeutung eines histiologisch differenzierten Nervensystems. Die Körpermasse besitzt hier noch die Eigenschaft, direct den Reiz aufnehmen und auf ihn durch die in ihr erfolgende Contraction reagiren zu können. Dasselbe gilt unter den **Coelenteraten** noch von den Hydroiden, bei denen man bis jetzt eben sowenig wie besondere Muskelfasern, keine Elemente des Nervensystems gefunden hat. Die Anthozoen haben dagegen deutliche Nervenfasern mit schwach angedeuteten Ganglien. Eine histiologische Charakteristik derselben fehlt aber. Sinnesorgane fehlen den Polypen noch. Von den Medusen hat man bei den Discophoren

Digitized by Google

und Ctenophoren wol Nerven beschrieben, jedoch noch nicht den feineren Bau. Den Siphonophoren fehlen, so viel man bis jetzt untersucht hat, die Nerven, was um so auffallender ist, als dieselben deutlich differenzierte Muskelfasern besitzen. Von Sinnesorganen hat man bis jetzt nur bei Eleutheria Augen gefunden[1]), obgleich hier noch der Zusammenhang mit Nerven nachzuweisen ist. Am Auge selbst unterscheidet man eine vollkommen durchsichtige Linse, die in einer Ausbreitung eines sehr feinkörnigen Pigmentes liegt und von der etwas verdickten gleichfalls durchsichtigen Epidermis als Hornhaut bedeckt wird. Gehörorgane bestehen hier (Discophoren und Ctenophoren) aus einer mit Flüssigkeit gefüllten structurlosen Kapsel, welche innen häufig mit einem Flimmerepithelium bedeckt ist. In der Flüssigkeit schwimmt ein ein- oder mehrfacher aus kohlensaurem Kalk bestehender Otolith. Überall tritt ein Nervenfaden an das Bläschen, dessen Verhalten an demselben noch nicht aufgeklärt ist. Die Nerven der **Echinodermen** zeichnen sich durch den Besitz dichter Hüllen aus, während ihre eigene noch nicht näher untersuchte Substanz sehr vergänglich ist, so dass man früher die leeren Hüllen für Gefässe genommen hat[2]). Von Sinnesorganen hat man nur gewisse Pigmentflecke für Andeutung von Augen angesehen, ohne jedoch lichtleitende Körper in ihnen nachzuweisen. Bei den **Würmern** kennt man die histiologischen Verhältnisse des Nervensystems genauer, jedoch nur bei einigen Abtheilungen derselben. Die Anenteraten haben bis jetzt noch nicht mit Sicherheit ein Nervensystem erkennen lassen. Dagegen zeigen die Trematoden Nerven, deren mikroskopisches Verhalten jedoch noch nicht bekannt ist. Höchst interessant sind die histiologischen Mittheilungen über die Nerven der Turbellarien, welche *M. S. Schultze*[3]) gegeben hat. Ganglienzellen finden sich hier nicht; das was *Schultze* dafür nehmen zu müssen glaubt, stellt wol mehr eine niedere histiologische Entwickelungsstufe des ganzen Gewebes dar. Innerhalb einer feinen streifigen Hülle finden sich nämlich geschwänzte Körperchen von 0,001‴ Breite und 0,005‴ Länge, und zwar sowol in den als Centralganglien gedeuteten Anschwellungen als in den davon abgehenden Ästen, in denen eigentliche Nervenfasern ebenfalls fehlen. Wie schon *Schultze* vermuthet, stehen ausser den beschriebenen Theilen noch die in der Haut und dem übrigen Körperparenchym sehr ver-

1) s. *Quatrefages*, Ann. d. sc. nat. 2. Sér. T. XVIII. p. 280. Taf. VIII. Fig. VI.
2) s. *Joh. Müller*, in Müll. Arch. 1850. p. 225.
3) Beiträge, p. 22.

Digitized by Google

breiteten stäbchenförmigen Körperchen sicherlich in einer engen Beziehung zum Nervensystem. Dieselben liegen in Strängen, die mit schönen gekernten Zellen zusammenhängen. Dass es wirklich so unwahrscheinlich ist, dass dieselben Bahnen für die Nerventhätigkeit sind, wie *Schultze* meint, möchte ich nicht behaupten. Bei mehreren Süsswasserdendrocoelen machen sie wenigstens stets den Eindruck eines eigenthümlichen Leitungsapparates, welcher vielleicht mit irgend welcher Sinnesthätigkeit in Verbindung zu setzen wäre. Das Nervensystem der Hirudineen, was schon dadurch von Interesse geworden ist, als man an ihnen zuerst den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Ganglienzellen kennen lernte, ist auch neuerdings wieder von Bedeutung geworden, indem von *Bruch*[4]) und *Leydig*[5]) in demselben zwei Arten Ganglienzellen gefunden wurden, von denen die eine kleinere Art mit Fasern (mit einer und mit zweien) in Verbindung steht, die grössere dagegen nicht. Umgeben wird das Nervensystem von zwei Hüllen, einer äusseren lockeren und einer inneren strafferen, beide aus Bindegewebe bestehend, von denen die letztere zwischen die einzelnen Ganglienzellengruppen Scheidewände absendet. Die Fasern sind wie die aller wirbellosen Thiere blasse, marklose. Von den mit Fasern in Verbindung stehenden Zellen sind die bipolaren stets in den Verlauf der peripherischen Nerven eingeschoben. Es dürfte zweifelhaft sein, ob diese den Ganglienzellen entsprechen, da analoge Erscheinungen bei anderen Wirbellosen mehr darauf hinzuweisen scheinen, dass sie Reste der ursprünglichen Bildungszellen sind. Der Faserverlauf in dem Ganglienstrang ist der, dass aus den Zellen eines jeden Ganglion Fasern entspringen, die nach hinten den Verbindungsfaden zweier Ganglien verstärken und dann das nächste Ganglion noch theilweise durchsetzen, während andere sich den hintern und vordern Seitenästen beimengen, die ausserdem noch von Fasern des von oben eintretenden Verbindungsstranges gebildet werden[6]). Übereinstimmend scheinen sich die Elementartheile des Nervensystems der übrigen Würmer zu verhalten, obschon hier noch detaillierte Untersuchungen fehlen. Von histiologisch nachweisbaren Sinnesorganen finden sich hier Augen und Gehörwerkzeuge. Beide fehlen den Anenteraten, Trematoden, Nematoden und Rotiferen[7]). Die Augenflecke der Turbellarien stehen dagegen

---

4) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. p. 171. Taf. XII. Fig. 7 u. 8.

5) Ebenda p. 130. Taf. X. Fig. 68 u. 70.

6) s. *Bruch*, a. a. O. Taf. XII. Fig. 1—5.

7) Vergl. über die Augenpunkte der Rotiferen die treffende Bemerkung von *Leydig*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 460.

Digitized by Google

nach *Schultze's* genaueren Untersuchungen mit Nervenfasern in Verbindung. Wenn ihnen auch in vielen Fällen entschieden ein lichtbrechender oder selbst lichtleitender Körper fehlt, so hält es doch *Schultze*[8]) für nicht unwahrscheinlich, dass die grösseren Pigmenttröpfchen einzeln als lichtleitende Körper anzusehen sind. In anderen Arten existiert jedoch eine in den Pigmenthaufen eingefügte Linse[9]). Wo bei den übrigen Würmern Augen vorkommen, besitzen dieselben eine ziemlich hohe Organisation; doch sind dieselben nur in einzelnen Fällen genauer untersucht. So beschreibt *Krohn*[10]) bei Alciope Augen, welche hinter der mit der Oberhaut zusammenhängenden und von Pigment umgebenen Cornea eine sphärische Linse besitzen. Diese ist in einen Glaskörper eingesenkt, welcher von der Chorioidea umgeben wird. An diese tritt von aussen die Retina, aus parallelen Fasern bestehend, und schickt durch die Chorioidea hindurch die einzelnen Faserenden, die auf der inneren Fläche wie eine Schicht gedrängter Stäbchen erscheinen. Ähnlich verhalten sich die Augen der Hirudineen, obschon bei allen auf die feineren Verhältnisse der constituirenden Gewebe noch mehr Rücksicht zu nehmen ist. Die Gehörorgane stehen hier überall auf der einfachsten Stufe der Ausbildung. Sie stellen nämlich mit einem Nervenzweig in Verbindung stehende Bläschen dar, welche aus einer meist structurlosen Substanz gebildet im Innern ausser einer sie ganz füllenden Flüssigkeit einen aus kohlensaurem Kalke bestehenden Otolithen einschliessen. Flimmerung hat man in den Gehörkapseln noch nicht sicher beobachtet. Dagegen wird der Otolith bei manchen Turbellarien durch eine andere Einrichtung im Centrum des Bläschens gehalten. Ausser demselben finden sich nämlich noch zwei andere Körper, welche sich chemisch anders als der Otolith verhalten. Dieselben treten von der Wand des Bläschens, an die sie befestigt sind, an den Rand des Otolithen (sie wurden von *Oersted* für Linsen gehalten)[11]). Über die anderen Sinnesorgane kann etwas bestimmtes Morphologisches nicht angegeben werden, da man ausser der nachweisbaren Sensibilität der Haut weder physiologische noch andere Beweise ihrer Existenz hat. Das Nervensystem der **Arthropoden** lässt sehr deutlich

---

8) a. a. O. p. 25.

9) So z. B. bei *Mesostomum marmoratum*, s. *Schultze* a. a. O. Taf. I. Fig. 28 a., Planaria, Vortex etc.

10) Wiegmann's Arch. 1845. I. p. 180.

11) s. Entwurf etc. Taf. I. Fig. 1. 2. p. 57. vergl. die Abbildung, welche *Frey* und *Leuckart*, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere Taf. I. Fig. 18., und *Schultze*, Beiträge etc. Taf. II. Fig. 1. 8., geben.

die wesentlichsten zwei Gewebtheile, Nervenfasern und Ganglienzellen, erkennen. Auch hier entspringen die Nervenfasern, welche marklos, zuweilen jedoch doppelt contouriert erscheinen, von den Zellen. Jedoch stehen nicht alle Zellen mit Fasern in Verbindung. In den Centraltheilen finden sich auch hier von den übrigen weniger unterschiedene Zellen, welche fortsatzlos sind. Ob Zellen mit mehr als einem Faserursprunge vorkommen ist noch zweifelhaft. Das peripherische Verhalten der Nervenfasern ist deswegen von Bedeutung, als es übersichtlicher und öfter Erscheinungen erkennen lässt, welche bei höheren Thieren nur schwieriger zu beobachten und zu erklären sind. Zunächst sind hier Theilungen der Nervenprimitivfasern zu erwähnen, welche bis jetzt in dieser Abtheilung des Thierreichs nur vereinzelt gefunden wurden. *Leydig* beobachtete an der Theilungsstelle, sowie im Verlauf der Äste bei Argulus Kerne an den sonst einfach contourierten Fasern[12]). Eigenthümlich ist ferner das schon bei den Würmern beobachtete Auftreten kern- oder zellenartiger Gebilde in der Nähe der Endigung oder noch während des Verlaufs der peripherischen Fasern. Der Erste, welcher derartige Endganglien beschrieb, war *v. Siebold,* welcher die die eigenthümlich stabförmigen Körper am Gehörnerv der Orthopteren umgebende zellige Masse für ganglionös ansah[13]). Neuerdings hat *Leydig* ähnliche Verhältnisse von Branchipus und der Larve von Corethra plumicornis abgebildet[14]). Obschon nicht zu verkennen ist, dass eine solche morphologische Erscheinung nicht ohne physiologische Wirkung sein wird, so frägt es sich doch, ob diese zellenartigen Gebilde wirklich für homolog den Ganglienzellen angesehen werden können, was ich mit *Kölliker* bezweifeln möchte[15]). Die Hüllen des Nervensystems beschränken sich bei den Arthropoden nur auf eine sehr zarte meist homogene Bindegewebsscheide, die selbst bei den grösseren Formen eine verhältnismässig nur unbedeutende Stärke und faserige Structur zeigt. Was den Faserverlauf in den Centralorganen der Arthropoden anlangt, so ist dessen übersichtliche Darstellung, mehr als es im Ganzen bei den Würmern der Fall war, durch die so übergangsreiche morphologische Anordnung des Nervensystems bei diesen Thieren erschwert. Indess scheint sich ein ähnliches Verhalten zu ergeben, als es z. B.

12) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. Taf. XX. Fig. 2. d. e. f.

13) s. Wiegmann's Arch. 1844. I. p. 63. Taf. I. Fig. 5. 6. l.

14) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. Taf. VIII. Fig. 7. 8. 14. Taf. XVI. Fig. 1.

15) Hierher gehört auch das gleich zu erwähnende Verhalten der Hautnerven von Carinaria.

Digitized by Google

Bruch beim Blutegel nachgewiesen hat. Von grossem Werthe sind hier die, freilich noch ohne Berücksichtigung des Faserursprungs von Zellen angestellten, aber trefflichen Untersuchungen *Newport's*[16]). Das Bauchmark der Myriapoden und anderer Crustaceen soll hiernach oben und unten der ganzen Länge des Markstranges nach verlaufende Bündel[17]) und dann zwischen den seitlichen Ganglienhälften sowol als zwischen je zwei auf einander folgenden Ganglien Commissuralstränge enthalten. Besonders wichtig würde die Thatsache sein, dass die motorischen und sensiblen Nerven in den oberen und unteren Strängen getrennt verliefen. Die peripherischen Nerven erhalten nach *Newport* aus allen vier Faserarten Fasern. Wie es freilich mit den Verbindungssträngen bei der so stark zusammengezogenen Ganglienkette der Brachyuren, Araneen u. a. steht, ist noch zu ermitteln. Dass in den einzelnen Ganglien der Krebse und Insecten Fasern von Zellen entspringen ist sehr leicht zu beobachten; schwieriger freilich das Verhalten der abgehenden Äste zu diesen Fasern. — Wie schon früher erwähnt ist auch bei den Arthropoden nur der Gehörsinn und Gesichtssinn durch deutlich nachweisbare Organe vertreten, indem die schon früher erwähnte Beziehung der Antennen der Insecten zum Geruchssinn noch nicht zweifellos ist. Sicherer ist allerdings wol die Deutung der flachen Gruben an den Basalgliedern des ersten Fühlerpaares bei vielen Decapoden als Geruchsorgane, indem zu der den Boden der Grube auskleidenden weichen Haut ein besonderer, mit dem inneren Fühlernerv vom Gehirn entspringender Nerv tritt[18]). Die Gehörorgane der Arthropoden lassen, so weit man sie bis jetzt gefunden hat, schon eine etwas complicirtere Structur erkennen, indem zu dem eigentlichen schallsammelnden Apparat, dem das häutige Labyrinth darstellenden Gehörbläschen, noch Theile auftreten, denen man wol die Function des Schallzuleitens zusprechen muss. Unter den Crustaceen ist man freilich mit der Deutung der etwa hierher zu beziehenden Theile noch nicht ganz fertig. Sollte sich *Frey's* und *Leuckart's* Ansicht über das Gehörorgan von Mysis bestätigen[19]), an dem allerdings noch kein Nerv hat aufgefunden werden können, so würde dasselbe sich noch eng an das der Würmer anschliessen, indem es, in der Schwanzklappe

---

16) *Philos. Trans.* 1843. *I. p.* 243. (*Ann. of nat. hist. XII. p.* 223).
17) Nach *v. Siebold* nur obere. Lehrb. p. 431. 570.
18) *Farre* beschreibt dieselben als Gehörorgane. *Ann. of nat. hist. XII. p.* 229.
19) s. *Frey* und *Leuckart*. Beiträge etc. p. 114. Taf. II. Fig. 18.

gelegen nur ein Bläschen bildet, in dem ein durch Chitinborsten in seiner Lage erhaltener Otolith sich findet. Bei den Decapoden liegt der wol mit Recht als Gehörorgan bezeichnete Apparat im Basalglied des äusseren Fühlerpaares. Dieses Glied zeigt einen stumpfen Vorsprung, der an der Spitze mit einer in der Mitte geschlitzten Membran geschlossen ist. In seiner Hölung liegt ein aus einer feinstreifigen Membran gebildetes Säckchen, was bis in den Cephalothorax reichend mit einer hellen Flüssigkeit erfüllt ist, jedoch keinen einem Otolithen zu vergleichenden Körper enthält. An dasselbe tritt ein aus den Seiten der oberen Schlundganglien entspringender Nerv. Während bei den doch so fein hörenden Arachniden ein Gehörorgan noch nicht gefunden ist, hat *v. Siebold* bei einigen Orthopteren dasselbe entdeckt[20]). Es treten hier noch deutlicher schallzuleitende Theile auf, als bei den Decapoden. Es finden sich nämlich bei den Acridiern am ersten Abdominalsegment zwei den Ohrmuscheln zu vergleichende Gruben, an deren Grunde ein Trommelfell ausgespannt ist, was sich seiner Structur nach ganz an die übrigen Chitingebilde anschliesst. Von der inneren Fläche desselben erheben sich zwei ebenfalls chitinhaltige Fortsätze, welche ein sehr zarthäutiges, mit Flüssigkeit gefülltes Bläschen umfassen. Am letzteren endet der, vorher zu einem Ganglion angeschwollene Gehörnerv mit eigenthümlichen keulenförmigen Stäbchen. Analog sind die Gehörorgane der Locustiden; jedoch sind hier am obern Ende der Vorderschienen jederseits ein oder zwei Trommelfelle vorhanden, zwischen denen der an einer Tracheenerweiterung gelegene, zunächst ein Ganglion bildende Gehörnerv herabläuft, eine bandartige Nervenmasse bildend. Auf dieser liegt eine Reihe wasserheller Bläschen, deren jedes eines jener keulenförmigen, vielleicht durch zarte Stiele mit den Nervenfasern in Verbindung stehender Körperchen enthält[21]). — Allgemeiner verbreitet und genauer gekannt sind die Sehorgane der Arthropoden, indem nur die Cirripedien, die parasitischen Pencllinen und Lernaeodeen, einige Formen der Myriapoden, die Weibchen mancher parasitischen Isopoden, die Schmarotzermilben und einige Käfer (Ptilium und Anophthalmus)[22]) blind sind. Die Augen zerfallen ihrer Structur nach in einfache, gehäufte einfache, zusammengesetzte mit glatter und zusammengesetzte mit facettierter Hornhaut. Die ein-

---

20) Wiegmann's Arch. a. a. O. p. 52.
21) s. *v. Siebold*, a. a. O. Taf. I. Fig. 16.
22) *Claviger* hat nach *Schmidt* zwei Ocellen. Blind sind ausserdem die Larven vieler holometabolischen Insecten.

Digitized by Google

fachen Augen, denen sich die gehäuften gänzlich anschliessen, zeigen eine von der allgemeinen Hautbedeckung gebildete durchsichtige, gewölbte Hornhaut, hinter welcher eine sphärische Linse liegt. Zu dieser, bei den einfachen Augen der Crustaceen dem einzigen lichtleitenden oder -brechenden Körper, kömt bei den Arachniden noch ein becherförmiger (concav-convexer) Glaskörper. An diesen oder direct an die Linse tritt der Sehnerv, welcher nach aussen von einer die Chorioidea repräsentirenden Schicht verschieden gefärbten, körnigen[23]) Pigments umgeben wird. Diese tritt zur Bildung einer Pupille seitlich etwas zwischen Hornhaut und Linse oder zwischen Linse und Glaskörper. Linse und Glaskörper bestehen aus einer homogenen Substanz ohne Andeutung einer weiteren Zusammensetzung. Das Verhalten der Sehnervenenden bleibt noch genauer festzustellen übrig. Die zusammengesetzten Augen haben das Eigenthümliche, dass hinter einer gemeinschaftlichen Hornhaut eine Menge einzelner Augen, d. h. lichtleitender oder -brechender von Pigment umgebener Körper, sich findet. Eine Modification, welche nur den Crustaceen eigen ist, ist die, dass die Cornea glatt über sämtliche einzelne Augen hinweggeht und nur an der inneren Fläche eine den einzelnen Augen entsprechende Facettirung erkennen lässt, zu welcher glatten Hornhaut jedoch bei manchen Crustaceen noch eine innere facettierte kömt. Dass die Facetten dieser zweiten Hornhaut nicht für Linsen zu nehmen sind, beweist Hyperia, wo hinter derselben noch besondere eiförmige Linsen liegen[24]). Bei den Stomapoden, Decapoden und den Insecten ist die Hornhaut facettiert, d. h. in, jedem einzelnen Auge entsprechende Felder getheilt, welche bei den Insecten stets sechseckig, bei den Crustaceen theils viereckig, theils sechseckig[25]) sind. Sie ist chitinhaltig, structurlos. Die inneren Theile der zusammengesetzten Augen sind deshalb von grosser histiologischer Bedeutung, als man in ihnen vielleicht die hier einfacher ausgeprägten Analoga einer in Bezug auf ihre Histiologie wie Function noch nicht ganz sicher gestellten Lage des Wirbelthierauges finden wird. Nachdem der Sehnerv kurz vor den Augen

23) Bei den Arachniden ist das Pigment in lange fadenartige Körper angeordnet.

24) s. *Milne Edwards*, Ann. d. sc. nat. I. Sér. T. XX. p. 338. Das gleiche Verhalten bei Branchipus, was *Burmeister* (Müller's Arch. 1835. p. 529) darstellte, ist durch die Untersuchungen *Leydig's* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 295) zweifelhaft geworden.

25) s. *Will*, Beiträge zur Anatomie der zusammengesetzten Augen mit facettierter Hornhaut, p. 7.

Digitized by Google

ein Ganglion durch Aufnahme zahlreicher Zellen zwischen (?) seine Fasern gebildet hat, treten aus diesem die Fäden für die einzelnen Abschnitte des zusammengesetzten Auges ab. Auf ihrem Wege zu den lichtleitenden Medien schwillt ihre Scheide noch eigenthümlich an[26]). An diesen angelangt breiten sich die Fasern becherförmig aus (nach *Müller* nur ihre Scheide) und nehmen die als Glaskörper und Linse zu deutenden Gebilde auf. Nach aussen überzieht eine Schicht körnigen Pigments den Nerven, die auch hier hinter der Hornhaut eine Art mitten durchbohrter Iris bildet. Der vorderste, lichtbrechende Körper, Krystallkegel, Linse, welcher verschieden gestaltet doch stets länger als dick, dabei ziemlich fest ist und häufig durch Druck in mehrere dreiseitige Prismen zerfällt werden kann, steckt mit seiner nach hinten gerichteten Spitze in einem becherförmig ausgebreiteten gleichfalls lichtleitenden jedoch viel weicheren Körper, dessen Länge aber häufig bis zum Verschwinden klein wird[27]), dem sogen. Glaskörper. Obgleich nun *Will*, dem wir die neuesten Untersuchungen über diese Augen verdanken, behauptet, dass der eigentliche Inhalt der Nervenfaser nicht am hinteren Ende dieses lichtleitenden Apparates aufhöre, sondern sich als membranöse Retina um denselben ausbreitet, ist doch die ältere Ansicht *Müller's*[28]), dass derselbe nur bis an den Glaskörper reiche, der Beachtung um so werther, als der Gedanke wol sehr nahe liegt, dass, wie der Zusammenhang der Stäbchen im Wirbelthierauge mit den Nervenfasern immer wahrscheinlicher wird, so auch die Glaskörper, vielleicht selbst die Krystallkegel, als eine den Augen eigenthümliche Form der Nervenendigung angesehen werden dürften. Freilich gibt *Will* an, an der Trennungsstelle zwischen Nervenfaser und Glaskörper nie etwas gesehen zu haben, was auf eine Zerreissung hinwiese; indess ist dies wol noch kein Grund, von vorn herein an einer solchen Verbindung zu zweifeln. Jedenfalls sollten die zusammengesetzten Augen nochmals genau untersucht werden. — Unter den **Mollusken** scheint das Nervensystem der Bryozoen und Tunicaten auf einer sehr einfachen Stufe der histiologischen Differenzirung zu stehen, indem das zwischen den beiden Körperöffnungen gelegene Ganglion nur sehr

---

26) Nach *Will* finden sich kleine fein quergestreifte Cylinder, welche sich nach unten auf das Ganglion fortsetzen und vielleicht Bewegungsorgane darstellen. Müll. Arch. 1843. p. 350.

27) So ist er bei den Abend- und Nachtschmetterlingen membranartig dünn, s. *Will*, Beiträge a. a. O. p. 29.

28) In seinem Archiv 1835. p. 613.

Digitized by Google

undeutlich zellenartige Theile erkennen lässt[29]), auch die von demselben ausgehenden Nerven nur eine kurze Strecke lang eine den Nerven anderer Thiere entsprechende Structur zeigen. Man kann allerdings diese Fasern ziemlich weit verfolgen, indess gelingt es nur schwer, dieselben überall als marklose Nervenfasern zur Anschauung zu bringen. Das Nervensystem der übrigen Mollusken lässt sehr deutlich die beiden Hauptelemente desselben erkennen; es ist überall von einem deutlichen, bei den Cephalophoren und Cephalopoden entschieden faserigen Neurilem eingehüllt, welches beim Gehirn der letzteren eine eigene Faserhaut bildet. Unter demselben ist häufig, besonders an den Ganglien, Pigment zuweilen in Zellen abgelagert. Der Nervenzellen sind auch hier zweierlei, solche, an denen Faserursprünge zu erkennen sind, und solche ohne dieselben. Hierzu kommen in den Centraltheilen des Nervensystems der Cephalopoden noch kleinere Zellen und Gebilde, welche der Grösse nach den Kernen der grösseren Zellen entsprechen, sowie eigenthümlich geformte, dunkel granulierte Zellen, die *Lebert* und *Robin* für Pigmentzellen halten (s. Fig. 3. p. 106). Besonders zart und nur wenig granuliert sind die Zellen bei den Acephalen, während die der anderen Ordnungen, besonders der Cephalopoden, zuweilen durch ihren theilweise pigmentierten Inhalt deutlich sind. Die peripherischen Nerven enthalten einfach contourierte, marklose Fasern. Das Verhalten der letzteren ist nur an wenig Stellen bis jetzt beachtet worden[30]). Bei den Cephalophoren beschreibt *Leydig*[31]) von Carinaria Theilungen der Fasern, wobei sie dünner werden und (Ganglien-?)Zellen aufnehmen, deren Grösse im Verhältnis zur Dicke der Faser steht. Bei den Cephalopoden konte *H. Müller*[32]) an manchen Stellen nur undeutliche Fibrillen ohne weitere Begrenzung(?), an anderen aber deutliche Röhren mit Scheide und Inhalt erkennen. Was den Faserverlauf in den Centraltheilen anlangt, so weiss man nur, dass in den Schlundganglien die dieselben durchsetzenden Fasern auf der dem Oesophagus zugewendeten Seite liegen, die Zellen auf der abgewendeten[33]). — Die Zahl der Sinne, welchen besondere Organe zugewiesen

---

29) Merkwürdig ist die bedeutende Grösse des Hauptganglion bei den Salpenembryonen.

30) Über das sogen. Eingeweidenervensystem der Teichmuschel und die Angaben, welche *Keber* (in der angeführten Schrift) darüber macht, vergl. *Th. v. Hessling's* Bemerkungen in der Illustr. medic. Zeitung, 1. Jahrg. 5. Heft. p. 311.

31) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 325. Taf. IX. Fig. 5.

32) Ebenda Bd. IV. p. 344.

33) s. v. *Siebold*, Lehrb. p. 308.

Digitized by Google

sind, ist bei den Mollusken etwas vermehrt, indem ausser den Gehör- und Sehorganen wol noch Geruchsorgane, bei den Cephalopoden vielleicht sogar ein Geschmacksorgan nachzuweisen ist[34]). Unter den Acephalen haben bis jetzt nur die Lamellibranchier Gehörorgane erkennen lassen. Dieselben bestehen wie die der Cephalophoren wieder aus einem einfachen aus einer homogenen Membran gebildeten Bläschen, welches in der dasselbe füllenden Flüssigkeit einen oder mehrere kalkhaltige Otolithen enthält. Die Blase ist innen mit einem zuweilen flimmernden Epithel überzogen, dessen Wimpern jedoch nicht immer deutlich nachzuweisen sind[35]). Zeigt auch das Gehörorgan der Cephalopoden morphologisch scheinbar dadurch eine höhere Stufe der Entwickelung, als es in den dichten Kopfknorpel eingefügt ist, so fehlt ihm doch ein zuleitender Apparat ebenso wie den übrigen Mollusken. In der mit Flüssigkeit gefüllten Knorpelhöle findet sich auch hier ein Gehörsäckchen mit einem Otolithen, welches innen mit Flimmerepithelium überzogen ist. — Die Augen der Mollusken schliessen sich in ihrer einfacheren Form zunächst an die einfachen Augen der Arthropoden, zeigen jedoch eine grössere histiologische Zusammensetzung. Die Form des Auges bedingt eine faserige Sclerotica, welche in die contractile Masse des Körpers (Mantelrand etc. bei den Acephalen[36]), Fühlerspitze oder -Basis bei den Cephalophoren) eingesenkt und vorn von der sehr verdünnten mit einschichtiger Epidermis bedeckten Haut überzogen ist, wodurch dieser vordere Theil zur Cornea wird. Zunächst nach innen folgt dann die aus Pigmentzellen gebildete Chorioidea, welche durch Schwinden des Pigments und Aufnahme besonderer glänzender zellenartiger Körper eine Art Tapetum erhält. Nach vorn bildet sie eine Art Iris mit centraler Pupille. Innen liegt die die Ausbreitung des Sehnerven enthaltende Retina zunächst auf der, den aus kernlosen Zellen gebildeten Glaskörper begränzenden structurlosen Hyaloidea. Das Verhalten der Opticusfasern in der Retina ist noch unbekannt. Die häufig ganz vom Glaskörper umschlossene sphärische oder abgeplattete Linse zeigt einen geschichteten Bau. Die sehr entwickelten Augen der Cephalopoden liegen in

---

34) Ich muss in Bezug auf diese beiden Sinne auf das früher Gesagte verweisen.

35) Bei Carinaria stehen die ziemlich grossen Wimpern büschelförmig auf Papillen, s. *Leydig*, a. a. O. p. 326. Taf. IX. Fig. 4.

36) An den für Augen genommenen Pigmentflecken der einfachen Ascidien und der Larven der zusammengesetzten konte ich nie einen lichtleitenden Apparat auffinden. Ihre Lage entspricht allerdings der der Augen bei den Acephalen.

Digitized by Google

Kapseln, welche hinten von dem Schädelknorpel, vorn von der Cutis und deren fibrösen Fortsetzungen gebildet werden. Eine jede Kapsel wird von der durchsichtig gewordenen Haut bis auf eine kleine Öffnung geschlossen. Innerhalb derselben liegt der von einer derben, faserigen Sclerotica gebildete Bulbus, der aber vorn bei dem Mangel einer Cornea offen ist und nur von der äusseren Haut noch, zuweilen selbst nicht von dieser, bedeckt ist (Onychoteuthis u. a.). An der Sclerotica liegt innen die Chorioidea an, welche die erstere überall bekleidet und vorn eine Iris bildet. Diese ist nach aussen gegen den äusseren Hautüberzug hin mit einer in die Epidermis übergehenden silberglänzenden Schicht überzogen (Argentea); nach innen bildet sie ein *corpus ciliare*, welches, wie *Langer* und *H. Müller*[37]) fanden, an mehreren Stellen muskulöse Elemente enthält. Der Opticus durchbohrt die Sclerotica in mehrere Stränge getheilt. Die Retina besteht aus mehreren Schichten; am meisten nach innen liegt eine Lage senkrecht stehender glasheller Cylinder oder Stäbchen, deren spindelförmige Fortsetzungen die nach aussen folgende Pigmentzellenschicht durchbohren. Dieser letzteren liegt dann weiter nach aussen eine aus Körnern oder Zellen bestehende Schicht an, auf welche dann die horizontale Ausbreitung der Sehnervenfasern folgt. Von den optischen Medien bildet die in der structurlosen Hyaloidea eingeschlossene Flüssigkeit den Glaskörper. Die Linse besteht aus einem vordern flacheren und hintern convexeren Theile, welche mit ebenen Flächen an einander liegen. Beide Theile zeigen eine geschichtete Anordnung der sie bildenden platten Fasern. Zwischen beide dringt ein Fortsatz des *corpus ciliare* mit Gefässschlingen und eigenthümlichen Zellen auf ihm, von denen Fasern entspringen, welche sich in die Linsenfasern verfolgen lassen. — Geruchswerkzeuge hat neuerdings, wie erwähnt, *Moquin-Tandon* bei den Cephalophoren zu finden geglaubt[38]) und zwar bei den mit vier Fühlern in dem die Augen nicht tragenden Paare, bei den mit nur zweien an der Basis derselben. Er beschreibt einen mit dem Sehnerven entspringenden Nerv, der sich zu dieser Stelle begibt, führt jedoch mehr physiologische als histiologische Beweise für seine Erklärung an. Bei den Cephalopoden hat *Kölliker* die Geruchsorgane zuerst als solche nachgewiesen[39]). Sie stellen Gruben der äusseren Haut dar, die mit einem nicht[40])

37) Zeitschr. f. wiss. Zool. a. a. O.
38) Ann. d. sc. nat. III. Sér. T. XV. p. 151.
39) Entwickel. d. Cephalopoden p. 107.
40) *H. Müller*, a. a. O. p. 344.

Digitized by Google

flimmernden Epithel ausgekleidet sind. Auf ihrem Grunde findet sich zuweilen eine Papille, zu welcher der neben dem Sehnerven entspringende Nerv tritt.

Schliessen sich manche Wirbellose, besonders die Cephalopoden, in der Histiologie ihres Nervensystems enger an gewisse **Wirbelthiere** an, so ist doch das Nervensystem der letzteren im Allgemeinen höher differenziert; und wenn sich auch manches vielleicht aus der grösseren Sorgfalt, mit der man dasselbe bis vor Kurzem fast allein untersucht hat, herleiten lässt, so spricht sich doch schon im Verhalten der Elementartheile eine charakteristische Bildung aus. Auch hier sind Zellen und Fasern die wesentlichen Elemente. Letztere hat man mit grösserer Sicherheit als bei Wirbellosen in ihrer Entwickelung auf Zellen zurückzuführen vermocht, welche sich verlängern, an ihren Enden mit anderen verschmelzen und in ihrem Inhalte eine oder mehrere[41]) Primitivfasern entstehen lassen. Wenn sich auch bei Wirbelthieren an manchen Stellen noch marklose Fasern finden, die denen der Wirbellosen im Ganzen wol entsprechen, so sind doch die Mehrzahl der Fasern durch den Besitz der sogen. Markscheide ausgezeichnet; entsprechend diesem Unterschiede in der Zusammensetzung zeigen sich auch sehr beträchtliche Differenzen im Durchmesser der Fasern, in welcher Hinsicht sich besonders die marklosen Fasern der Centralorgane durch ihre äusserst geringe Stärke auszeichnen. Die markhaltigen Nervenfasern stellen Röhren dar mit einer der ursprünglichen Zellmembran entsprechenden Hülle, primitive Nervenscheide, und einem eigenthümlichen Inhalte, welcher, bei frischen Nervenfasern ganz homogen, sehr bald die zwei ihn bildenden Theile erkennen lässt. Zunächst innerhalb der Scheide liegt das Nervenmark, eine fetthaltige, frisch vollkommen homogene, dann aber durch Gerinnen krümlich werdende Masse, welche dadurch, dass sie an einzelnen Stellen der Nervenfasern zu grösseren Tropfen zusammenfliesst, deren varicöses Ansehen bedingt. Innerhalb dieser Markscheide liegt nun in allen markhaltigen Fasern ein wenigstens nach dem Tode überall nachzuweisender centraler Faden von differenter chemischer Constitution, der Axencylinder[42]). Ausser diesen markhaltigen Fasern kommen nun, wie erwähnt, häufig sogen.

41) s. *Kölliker*, Handb. d. Gewebelehre p. 334.

42) Dass dieser Axencylinder ein präformiertes Gebilde ist und kein Product der Veränderung nach dem Tode haben neuerdings besonders *Kölliker* (a. a. O. p. 267) und *Axmann*, Beiträge zur mikrosk. Anatomie und Physiologie des Gangliennervensystems, Berlin 1853. p. 27, nachzuweisen versucht.

Digitized by Google

marklose vor, und vielleicht öfter als man bis jetzt nachgewiesen hat. Bei Petromyzon sind sämtliche Fasern marklos; ferner die blassen Fäden im electrischen Organ der Fische, ausserdem noch die aus der Theilung markhaltiger hervorgegangenen Fasern an den meisten Stellen der Peripherie. Es frägt sich allerdings, ob sich diese Nerven überall genau entsprechen, z. B. die kernhaltigen Fasern des Olfactorius und die marklosen Fasern in den Centralorganen, worauf noch zurückzukommen ist. Wie schon oben (p. 107) erwähnt verlaufen die Nervenfasern nicht stetig bis zu gewissen Punkten der Peripherie, sondern theilen sich häufig. Sie verlieren dabei stets an Durchmesser, auch schwindet dabei die Markscheide, vielleicht selbst die primitive Nervenscheide, obgleich letzteres nicht direct oder nur sehr schwer nachzuweisen ist. Kerne sind an den Theilungsstellen nur selten nachgewiesen worden; dagegen schnürt sich, wenigstens an den ersten Theilungen, die Scheide mit dem Marke ein. Die Nervenfasern enden wahrscheinlich alle frei mit feinen nicht mehr zu unterscheidenden Enden. Die früher angenommenen Schlingen finden sich kaum irgendwo an den wirklichen Enden, dagegen bilden die Fasern, ehe sie in die Endtheilungen eingehen, noch Schlingen. Eine netzförmige Verbindung der feinsten Nervenäste ist neuerdings öfters beobachtet worden, so von *Axmann* am Peritonaeum der Maus, an der Haut des Frosches[43]). Was die centralen Enden der Fasern anlangt, so stehen wahrscheinlich alle mit Zellen in Verbindung. Die Art und Weise derselben ist jedoch noch nicht sicher ermittelt. Während man bis jetzt annahm, dass sich der gesamte Inhalt der Zellen in den der Faser fortsetzte, wobei der Umstand, dass die Fasern erst eine Strecke von der Zelle entfernt die Markscheide erkennen liessen, nur auf eine untergeordnete Differenz hinzuweisen schien, hat besonders *Axmann* die Sache so dargestellt, dass der Kern der Zelle mit dem Axencylinder in directer Verbindung steht[44]). Er findet sogar an in Essigsäure aufbewahrten Ganglien zuletzt nur die Kerne mit den daran hängenden Axenfasern übrig bleiben. Bestätigt sich diese Thatsache, so wird die genetische Deutung der einzelnen Theile der Fasern verschiedener Art ziemlich erschwert. Nimt man nämlich an, und hierzu berechtigten die bisherigen Erfahrungen, dass die sich verlängernden, zu Fasern sich gestaltenden Zellen mit solchen, welche sich in Ganglienzellen umwandelten, in Verbindung treten, so würden die sich gleichzeitig verlängernden Kerne den

---

43) a. a. O. p. 59. 60.
44) a. a. O. p. 31.

Axencylinder darstellen, welcher sich dann mit der zu derselben Zeit erfolgten Verlängerung des Kerns der Ganglienzelle verbindet. Es bedarf dann auch keiner grossen Hypothese, um die Verbindung der sternförmigen Ausläufer der Zellen der Centralorgane mit blassen marklosen Fasern zu erklären. Eine Schwierigkeit bilden aber dann die Kerne an der Scheide der Fasern und überhaupt die kernhaltigen Fasern. Mit Bezug auf ersteres wird man an die *Reichert*'sche Auffassung der primitiven Scheide erinnert, und was letzteres anlangt, so wird man nicht eher zu einem sicheren Schlusse gelangen können, als deren Entwickelung, sowie die der Nervenursprünge, noch genauer untersucht ist. Jedenfalls wird die Erfahrung *Kölliker's* hier wichtig, welche man auch an Froschlarven verhältnismässig leicht bestätigen kann, dass aus einer embryonalen Zellenfaser mehrere Nervenfasern entstehen. Auch in der Nähe der centralen Enden der Fasern schwindet zuweilen die Scheide, so dass dieselben dann hüllenlose Axencylinder darstellen würden. Die Nervenzellen sind überall deutliche Zellen mit einem granulierten, zuweilen leicht pigmentierten Inhalte, Kern und Kernkörperchen. Die peripherisch auftretenden haben stets eine deutliche Membran; ob die in den Centralorganen vorkommenden Membranen besitzen, ist noch nicht entschieden. *Stannius*, *R. Wagner* und *Leydig* vermissten dieselben an manchen Orten. Auch hier finden sich mehrere Arten, solche mit Fortsätzen und ohne dergleichen. Was die ersteren betrifft, so finden sie sich in den Centralorganen, haben dann meist eine deutliche Membran und entsprechen in ihrer Grösse denen mit Fortsätzen oder sind kleiner. Zellen mit Fortsätzen sind an allen Stellen der Centralorgane nachzuweisen; man unterscheidet hier uni-, bi- und multipolare Zellen. Der Zusammenhang der ersten zwei Arten mit Fasern ist vorzüglich deutlich an den Gangliennerven und den Ganglien der Hirnnerven darzustellen. Schwieriger zeigt sich derselbe bei den sternförmigen Zellen des Gehirns und Rückenmarks[45]); jedoch mehren sich die Beobachtungen, welche denselben auch hier bestätigen. Ein Umstand, welcher hier als besonders schwierig sich gezeigt hat, ist die Grössenverschiedenheit der sternförmigen Zellen selbst, deren morphologische Bedeutung man noch nicht vollständig erklären kann. — Was die Mittel anlangt, durch welche die einzelnen Elemente des Nervensystems zusammengehalten werden, so ist zunächst einer als Intercellularsubstanz zu deutenden feinkörnigen Masse zu gedenken, welche sich besonders in den grauen Theilen der Central-

45) Über die sternförmigen Zellen der Retina s. unten.

Digitized by Google

organe darbietet. Vielleicht ist sie auch hier als Bindesubstanz der hier sehr zahlreich vorhandenen Capillargefässe zu deuten. Auf das Vorkommen freier Kerne und deren histiologischen Werth habe ich schon früher aufmerksam gemacht. An eine Beziehung derselben zu Zellenneubildung ist wol nicht zu denken, da man an manchen Stellen Zellen mit zwei und mehreren Kernen findet, so dass auch hier die Vermehrung der Zellen auf die gewöhnliche Weise vor sich gehen wird. Als eigentlich hüllenbildendes Gewebe tritt auch hier Bindegewebe auf, dasselbe nach der bisher üblichen Weise als aus Zellen und Intercellularsubstanz bestehend aufgefasst. Es stellt das deutlich faserige Neurilem der peripherischen Nerven dar, sowie eigenthümliche kernhaltige Scheiden um einzelne Zellen und Fasern besonders des sympathischen Nervensystems, welche früher für die eigentlichen Elemente dieses Theils des Nervensystems gehalten wurden. Um die centralen Nervenmassen bildet dasselbe die denselben eigenen Hüllen, deren äusserste, derbste, die *dura mater*, wenigstens bei den zwei höheren Classen, eine sehnige Haut ist, während dieselbe bei den übrigen, wenn auch deutlich nachzuweisen, doch nicht die gleiche Stärke und Festigkeit erhält. Die Dura trägt nach dem Gehirn und Rückenmark zu ein Epithel, die zarte (aus einem einzigen Blatte bestehende) Arachnoidea jedoch nur auf ihrer äusseren Fläche, die innere ist glatt und meist durch einen grössern Zwischenraum von der gefässführenden Pia getrennt. Die Hölen der Centralorgane haben ausserdem noch eine ihnen eigene aus einer einfachen Zellenlage gebildete Bekleidung, das Ependyma.

Was den Faserverlauf in den Centralorganen betrift, so kann hier nicht eine ausführliche Darstellung der noch nicht gänzlich erforschten Verhältnisse gegeben werden. Im Allgemeinen sei nur bemerkt, dass im Rückenmark die Faserstränge, welche die weisse Substanz darstellen, die äusseren sind, die vorzüglich Zellen enthaltende graue die innere. Durch eine in der Gegend des verlängerten Markes geschehende Entwickelung dreht sich dieses Verhalten im Gehirn um. Die im Rückenmarke an bestimmte Stellen gebundenen sensiblen und motorischen Fasern, aus deren Zusammentritt erst die meist gemischten peripherischen Nerven hervorgehen, unterliegen im Gehirn durch die Zwischenschiebung besonderer Faserstränge einer Lagenveränderung, welche besonders der Deutung der nach dem Typus der Rückenmarksnerven entspringenden Gehirnnerven und deren zwei Wurzeln manche Schwierigkeit entgegenstellt. Es kann aber eine naturgetreue Erklärung der Hirnnerven und eine morphologische Deutung derselben als den Rückenmarksnerven wesentlich entsprechend, nicht eher gegeben werden, als man über das Verhalten der den letzteren als Boden dienenden Stränge im Gehirn noch nicht weiter aufgeklärt ist. — Was das sogenannte sympathische

Digitized by Google

Nervensystem anlangt, so lässt sich dasselbe allerdings wol als ein eigenthümlich entwickelter, morphologisch zu charakterisirender Theil des Nervensystems betrachten, stimmt jedoch bis auf untergeordnete Differenzen mit der übrigen Masse histiologisch vollständig überein, so dass man in einem gegebenen Falle einen peripherischen Nerven nicht nach seiner mikroskopischen Beschaffenheit als zum Sympathicus oder zum Cerebrospinalsystem gehörig erkennen kann, eine Übereinstimmung, welche man jedoch erst, seitdem man das Verhalten des letzteren Abschnittes genauer verfolgt hat, zu bestätigen im Stande war.

Die Sinnesorgane erreichen bei den Wirbelthieren die nach den bisherigen Erfahrungen überhaupt möglichst grösste Zahl, indem ausser den beiden höheren Sinnen noch constant der Geruch und häufig auch der Geschmack besondere Organe erhält. Auch scheint hier für die verschiedenen, in der Summe der überhaupt Gefühl erregenden Reize (nach Abzug der durch die genannten Organe schon isolierten) enthaltenen eine fernere Sonderung einzutreten, was die Zahl der Sinne nicht vermehrt, die Amplitude des sogenannten Gefühlsinnes aber erweitert. Was zunächst den letzteren betrifft, so kann ich nur auf das bereits p. 118[46]) Ausgesprochene verweisen. Beginnen wir ferner auch hier mit dem Gehörorgane. Wie es schon bei den Cephalopoden der Fall war, ist dasselbe auch bei allen Wirbelthieren von der Schädelkapsel eingeschlossen. In der Mehrzahl der Fälle steht es durch einen oder mehrere Gänge mit der Oberfläche des Schädels in Verbindung. Zwischen die äussere Öffnung und das hier zum häutigen Labyrinthe gewordenen Gehörbläschen tritt dann bei den drei höheren Classen und einigen Amphibien (Rana, Bufo, Pipa u. a.) eine, histiologisch keine Eigenthümlichkeiten zeigenden Leitungsapparate aufnehmende Trommelhöle. Schon bei den Cephalopoden war die erste Andeutung zu einer Complication des Labyrinths durch nach innen gerichtete flache Vorsprünge der knorpeligen Gehörkapsel gegeben. Diese Fortsätze sind bei den Wirbelthieren überall stark entwickelt und zu knorpeligen und knöchernen Canälen verwandelt, die halbcirkelförmigen Canäle. Die übrig bleibende Partie des Gehörbläschens, welche mit Ausnahme der Cyclostomen stets grössere (Fische) oder sehr kleine Otolithen enthält, wird zum Vestibulum. Histiologisch ist bei den Fischen, Amphibien und Reptilien zu bemerken, dass die Canäle mit dem Vestibulum aus homogenem oder faserigem Bindegewebe bestehen, welche durch eine lockerere Blutgefässe führende Bindegewebeschicht mit dem Periost oder Perichondrium in Verbindung erhalten wird. Innen

46) Auch in Bezug auf die Schleimcanäle der Fische ist dahin zu verweisen.

Digitized by Google

kleidet ein zuweilen flimmerndes Epithel die Höle aus, welche von einer hellen Flüssigkeit gefüllt ist. Die in ihr enthaltenen Otolithen sind zum Theil rein krystallinisch, zum Theil auf die Zellenform zu reduciren [47]). Die Fasern des Acusticus, welcher sich auf den erweiterten Anfängen der halbcirkelförmigen Canäle (Ampullen) verbreitet, theilen sich hier und werden dabei ausserordentlich dünn; ihr eigentliches Ende ist unbekannt. Zu den bis jetzt geschilderten Theilen kömt schon bei den Reptilien die Schnecke, der complicierteste Theil des inneren Gehörorgans. Schon hier ist der anfangs einfach gebogene Schneckencanal durch eine im Inneren vorspringende knorpelige Leiste in einen oberen und unteren Schneckengang getheilt. An dieser Leiste verbreitet sich der *nervus cochlearis*. Hier jedoch ist so wenig wie bei den höheren Wirbelthieren das Ende von dessen Fasern mit Sicherheit beobachtet; bei letzteren ist jedoch nach *Corti's* [48]) von *Kölliker* bestätigten Erfahrungen mehr Wahrscheinlichkeit für ein plötzliches Verschmälern und freies Enden als für Schlingen. In Bezug auf die noch zu keinem sicheren Abschluss gelangte, jedoch kaum in Kürze wiederzugebende Histiologie der Schnecke der höheren Wirbelthiere, welche sich nur im Allgemeinsten an das bei Reptilien Gesehene anschliesst, muss auf die ausgezeichneten Untersuchungen *Corti's* selbst verwiesen werden. — Der äussere Gehörgang enthält wie die äussere Haut eine bindegewebige Grundlage mit einem, als Fortsetzung der Epidermis zu betrachtenden Epithel, welches auch die äussere Oberfläche des aus faserigem Bindegewebe bestehenden Trommelfells überzieht. In seinem Lumen fand *Leydig* bei Plagiostomen zellenähnliche „Otolithen", was vielleicht auf die Entstehung der Otolithen überhaupt aus verkalkenden Epithelzellen des Gehörbläschens einiges Licht wirft. — Die Augen der Wirbelthiere [49]) schliessen sich zunächst an die der Cephalopoden an, sind aber stets nach aussen vollständig abgeschlossen. Sie bestehen überall aus drei Häuten, von denen die beiden inneren jedoch wieder in mehrere Schichten zerfallen. Die Form des Augapfels wird durch die Sclerotica bedingt, der äusseren sehnigen, zuweilen Knorpelzellen, selbst Knochenplatten enthaltenden Haut, welche vorn einen durchsichtigen, gleichfalls faserigen Abschnitt erhält, die Cornea. Bedeckt wird die Sclerotica an der Öffnung der Augenhöle von einer Schleimhaut, welche sich auch auf die innere Fläche der

---

47) s. *Leydig*, Beiträge zur mikrosk. Anat. etc. p. 32. 33.
48) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 131.
49) Sie fehlen nur Amphioxus und sind bei den Myxinen sehr verkümmert.

Digitized by Google

das Auge deckenden Lider erstreckt und die Ausführungsgänge der accessorischen Drüsen (Thränendrüse und Harder'sche Drüse) aufnimt, dagegen die Hornhaut nur als einschichtiges Epithel überzieht. Die bei den meisten Wirbellosen im Auge vorkommende Pigmentschicht ist hier an eine besondere gefässführende Haut, die Chorioidea, gebunden, welcher dann innen, die lichtleitenden Medien zunächst umgebend, die Retina aufliegt. Die Chorioidea, welche vorn die Iris mit der Pupille bildet, besteht wesentlich aus zwei Schichten, einer der Retina anliegenden Epitheliallage und der äusseren eigentlichen Gefässhaut. Die Zellen der ersten sind häufig der Sitz des Augenpigments, welches jedoch in andern Fällen ausschliesslich oder gleichmässig dem äusseren Theile der Gefässhaut übergeben ist. Letztere lässt sich in eine äussere aus homogenem Bindegewebe bestehende, die Gefässe tragende Gefässschicht (eigentliche Chorioidea, *membrana vasculosa Halleri*) und eine innere Pigmentschicht trennen, von denen die nach innen gelegenen Zellen der letzteren häufig pigmentlos, dagegen mit Krystallen gefüllt erscheinen und so das Tapetum darstellen. In dem Gewebe der eigentlichen Chorioidea findet sich vorn am Abgange der *processus ciliares* (s. unten) und der Iris ein aus contractilen Faserzellen [50]) gebildeter Muskel (*Tensor chorioideae*), ausserdem jedoch im hinteren Abschnitt derselben eine dünne Schicht muskulöser Elemente, welche nach *v. Wittich's* Entdeckung [51]) bei Vögeln quergestreifte sind. Vielleicht gehören die von *Kölliker* in der Chorioidea gefundenen spindelförmigen Zellen, welche er vorläufig als *sui generis* hinstellt [52]), hierher und würden dann dieselben als glatte Faserzellen jene quergestreifte Muskelfaserschicht des Vogelauges repräsentiren. Die Gefässe, welche auf der inneren Fläche der eigentlichen Chorioidea ein dichtes Capillarnetz bilden, gehen bei den meisten niederen Wirbelthieren in ein den hinteren Theil derselben einnehmendes Wundernetz ein, das als Chorioidealdrüse bezeichnete Gebilde. Nach vorn bildet die Chorioidea die bis jetzt mit Ausnahme der Fische [53]) allgemein beobachteten Ciliarfortsätze, Falten dieser Haut, welche mit denselben histiologischen Bestandtheilen radiär nach der Linsenkapsel sich wenden und in ihrer homogenen Schicht mit derselben verschmelzen [54]). Die Chorioidea

50) Bei den Vögeln finden sich hier quergestreifte Fasern.
51) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 456.
52) Handb. d. Gewebel. p. 593.
53) Hier nur bei einzelnen Abtheilungen gefunden.
54) Nach *Leydig* bei Plagiostomen. Beiträge etc. p. 23.

Digitized by Google

endet aber nicht hier, sondern die Hauptmasse derselben wendet sich nach vorn (durch den *tensor chorioideae* an die innere Fläche der Sclerotica geheftet) und bildet die Iris. Es treten hier ausser den bis jetzt erwähnten Elementen constant Muskelfasern auf[55]), welche kreis- und radienförmig angeordnet die Beweglichkeit der Pupille bedingen und die anderen Gewebe sehr zurücktreten lassen. Sie wird hinten von einer starken Pigmentlage, der Fortsetzung der inneren Pigmentschicht der Chorioidea, vorn von einer farblosen oder mit Krystallen oder Pigmentkörnchen ganz oder theilweise gefüllten Zellenlage bedeckt, welche sich stets farblos auf die innere Fläche der Cornea fortsetzt. Die Retina besteht wie die Chorioidea aus mehreren Lagen, welche jedoch in einem innigeren Zusammenhange stehen. Zunächst an der Chorioidea liegt die Stäbchenschicht, *membrana Jacobi*, deren Elemente stark lichtbrechende, senkrecht auf der Retina stehende stäbchen- oder zapfenförmige Gebilde sind, welche zuweilen mit einem Kerne versehen mit feinen Ausläufern zwischen die Elemente der nächsten Schicht eindringen. Auf diese Schicht folgt entweder direct die Ausbreitung des Opticus[56]) oder es tritt eine Schicht zellenartiger, in kleinen Anschwellungen der Ausläufer der Stäbchen gelegener Körner und eine Lage grauer aus sternförmigen Ganglienzellen gebildeter Nervensubstanz zwischen beide (Säugethiere). Nach den Entdeckungen von *H. Müller*[57]) und *Kölliker* durchsetzen die Ausläufer der Stäbchen auch diese Schicht, um bis in die horizontale Ausbreitung der Opticusfasern einzudringen und sich vielleicht mit diesen zu verbinden. Die Zellen der grauen Schicht stehen dagegen mit ihren Fortsätzen unter einander in Verbindung, so dass hier ein Nervenzellennetz entsteht[58]). Die Opticusausbreitung wird nach innen von einer Zellenlage bedeckt, welche *Leydig* bei Fischen mit bipolaren Ganglienkugeln zu vergleichen geneigt ist, die vielleicht mit den Fasern des Opticus in Verbindung stehen. Auf diese folgt dann endlich eine die Retina vom Glaskörper trennende structurlose *membrana limitans*. Von den durchsichtigen Medien des Auges ist zunächst der Linse zu gedenken. Dieselbe wird von einer structurlosen Kapsel, der innen ein einschichtiges Epithel anliegt, eingeschlossen und besteht aus eigenthümlich angeordneten platten, an

---

55) Von *Leydig* bei mehreren Plagiostomen vermisst.

56) *Leydig*, a. a. O. p. 24.

57) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 234.

58) Diese Thatsache wird neuerdings von *Corti* beim Elephanten bestätigt. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1. Heft.

Digitized by Google

den Rändern leicht gezähnelten Fasern oder Röhren, welche, wie es scheint, je eine aus einer Zelle hervorgeht. Der Bau des Glaskörpers ist noch nicht sicher erforscht. Auch er wird von einer structurlosen Haut, der Hyaloidea, eingeschlossen, welche nur an den Ciliarfortsätzen (als *zonula Zinnii*) dicker wird und sich hier in zwei Blätter zur Aufnahme des Petit'schen Canals sondert. Die in embryonalen Glaskörpern enthaltenen Zellen verschwinden später und lassen nur einen structurlosen gallertartigen Körper zurück. Sie stehen vielleicht zu den Capillaren der *art. centralis* in Beziehung. Zu erwähnen ist noch der bei vielen Fischen auftretende *processus falciformis* mit der *campanula Halleri* und der sogen. Fächer im Reptilien- und Vogelauge. Der erstere wird durch eine die Retina durchbrechende Falte der gefässführenden Membran der Chorioidea gebildet, welche sich bis an die hintere Linsenwand fortsetzt und dort durch Aufnahme radienförmig angeordneter glatter Muskelfasern zu der sogen. Campanula anschwillt. Eine ähnliche gefässreiche dicht gefaltete Fortsetzung der Chorioidea, welche sich bis zum unteren Linsenrande erstreckt, ist der Fächer, Pecten, an dem man jedoch keine muskulösen Elemente gefunden hat. — In Bezug auf das Geruchsorgan ist zu bemerken, dass dasselbe entweder nach aussen gestülpte (manche Fische), meist jedoch nach innen gezogene Fortsetzungen der äusseren Haut darstellt, welche hier eine ächte Schleimhaut bildet. Dieselbe wird von einem Pflaster-, nur an der eigentlich riechenden Stelle von einem Flimmerepithelium überzogen. Ziemlich dicht unter demselben liegt in horizontaler Richtung die Ausbreitung des Olfactorius, welche, so weit man bis jetzt untersucht hat, manche Eigenthümlichkeit zeigt. Während nämlich der Tractus des Nerven scharf und dunkel contourierte Fasern enthält, sind dieselben im Geruchsorgan sehr blass und mit Kernen versehen, ein Verhalten, was *Todd-Bowman* und *Kölliker* bei den Säugethieren fanden und *Leydig* bei den Plagiostomen bestätigt[59]). Der Nerv enthält bei letztern einen Streifen grauer Substanz an den Eintrittsstellen der Äste in das Geruchsorgan. *Leydig* glaubt nun annehmen zu können, dass die Fasern des Tractus eine Zelle aufnehmen und dann in der, aus einer krümeligen Masse bestehenden und in kugelförmige Klumpen angeordneten grauen Substanz irgendwie verändert werden, so dass sie im Geruchsorgan selbst als blasse kernhaltige Fasern erscheinen. Über die physikalische Bedeutung dieser Faserbeschaffenheit ist noch nichts bekannt. — Über einen der Zunge als Ge-

59) a. a. O. p. 34.

Digitized by Google

schmacksorgan eigenen Bau verlautet noch nichts. Dieselbe stellt ein aus eigenthümlich angeordneten Muskelfasern bestehendes Organ dar, welches von einer mit mehrschichtigem Pflasterepithel überzogenen Schleimhaut bedeckt wird. In derselben finden sich bei höheren Thieren zuweilen verschieden geformte Papillen, welche jedoch keine auf den etwa in ihnen localisierten Geschmacksinn weisende histiologische Eigenthümlichkeit erkennen lassen.

§. 27.

System der activen Bewegungsorgane.

Die wesentlichsten und, streng genommen, dies System allein constituirenden Elemente sind die verschiedenen Formen der Muskelfasern. Es tritt jedoch zwischen sie und die ausschliesslich passiv beweglichen Hebelapparate bei höheren Thieren noch eine Anzahl von Organen, welche, wenn auch nicht selbständig contractil, doch entweder durch ihre Elasticität oder nur durch ihre bewegliche Verbindung mit jenen vorzugsweise als Hilfsorgane der Muskeln betrachtet zu werden verdienen. Hierher gehören die Sehnen, Sehnenscheiden, elastischen Bänder und die nur bei den höheren Wirbelthieren vorkommenden Schleimbeutel. Bei wirbellosen Thieren beruht häufig, bei Abwesenheit fester Stützen, die Locomotion auf einer eigenthümlichen Verbindung der Muskelfasern mit anderen weichen Theilen, und auf diese soll hier Rücksicht genommen werden. Auf die verschiedenen Formen der Muskelfasern wurde schon oben (p. 103) hingewiesen und dabei gleichzeitig auf ihr genetisches Verhältnis Bezug genommen. Es bleibt noch übrig, das Vorkommen derselben in den einzelnen Classen etwas specieller zu betrachten.

Die activen Bewegungsorgane der **Protozoen** bestehen überall, wie bereits mehrfach erwähnt, aus ungeformter contractiler Substanz, indem die von früheren Beobachtern oft beschriebenen Muskeln ihre Gegenwart nicht einer histiologischen Differenzierung des Körperparenchyms verdanken, sondern höchstens einer streifigen Anordnung desselben. Ein ausgezeichnetes Beispiel bieten in dieser Hinsicht die gestielten Vorticellinen dar, indem hier in der vollkommen durchsichtigen Substanz des Stieles nach *Czermák's* interessanten Untersuchungen[1]) ein hyaliner, elastischer Faden und ein in einem feinen Canal des ersteren eingeschlossener Streifen contractiler Snbstanz sich findet. Ausser dem Nachweise, dass der letztere wirklich con-

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 438.

tractil sei, indem nach seiner Zerstörung jede Bewegung aufhört, verdanken wir *Czermák* noch den der elastischen Substanz, welche, obschon ebensowenig wie die contractile auf eine histiologische Sonderung hinweisend, doch das gleichzeitige Auftreten gewisser antagonistischer Apparate als notwendig darstellt, was in diesem Falle um so werthvoller ist, als die Organisationsverhältnisse hier übrigens so einfach sind, dass eine solche Einrichtung als das einfachste Beispiel eines Bewegungsmechanismus angesehen werden muss. — Die **Coelenteraten** lassen, mit Ausnahme einiger Formen, überall histiologisch gesonderte Muskelfasern erkennen. Nur unter den Hydroiden, vorzüglich bei Hydra selbst, ist die contractile Substanz, wie es *Ecker* gezeigt hat[2]), nicht in der Form von Fasern, sondern als ein Gerüst zellenartiger Massen vorhanden; bei allen übrigen Polypen und Acalephen finden sich deutliche Muskelfasern, welche ohne Vermittelung selbständig auftretender Hilfsorgane in die bindegewebige, meist homogene Grundsubstanz des Körpers eingebettet liegen. Es sind diese, nicht bloss im Körper, sondern auch in den Tentakeln, Fangarmen und im contractilen Stamme der Siphonophoren vorhandenen Fasern glatte, gewöhnlich leicht abgeplattete Fasern, welche in ihren Wandungen zuweilen noch Reste der ursprünglichen Kerne besitzen. Querstreifung, welche in manchen Fällen an ihnen beobachtet wurde, entsteht nur durch Zusammenziehen oder Zusammenschrumpfen und es stellen die auf diese Weise gebildeten Streifen nur Runzelungen der Oberfläche dar. Während bei den Polypen die Muskelfasern im ganzen Körper verbreitet, längs- und kreisförmig gelagert sind und nur in der breiten Sohle derselben eine netzförmige Anordnung zeigen, sind dieselben bei den Discophoren vorzüglich auf die contractile Randhaut beschränkt, und setzen sich von hier in die Arme und Tentakeln fort. Bei den Ctenophoren liegen sie als Längsfasern an den Rippen, umgeben jedoch als Ringfasern die Körperöffnungen. (Der Schwingplättchen wurde schon früher gedacht.) Ein gleiches Verhalten zeigen die Muskelfasern der **Echinodermen**, welche platte, mehrzellige Fasern sind und Querstreifung nur in Folge des Runzelns ihrer Oberfläche zeigen[3]). Im Allgemeinen finden sich auch hier noch keine Hilfsorgane. Nur bei den Comatulinen sind an den Armen und Pinnulae den an der Bauchseite befindlichen

2) Zur Lehre vom Bau und Leben der contractilen Substanz. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. p. 218. Taf. XVIII.

3) *Valentin* will an den Kauorganen der Echinen quergestreifte Muskelfasern gesehen haben, wo ich jedoch gleichfalls nur glatte Fasern fand.

Digitized by Google

Muskeln gegenüber Bänder von elastischem Gewebe angebracht. Die Befestigung der Muskeln an die Hartgebilde geschieht auf die Weise, dass die die Fasern umgebende und zu Bündeln vereinende Bindesubstanz continuirlich in die Grundlage der verkalkten Theile übergeht, wodurch eine im Leben viel festere Verbindung ermöglicht wird, als sie sich nach der Schrumpfung getödteter Thiere herausstellt. Einen eigenthümlichen Bewegungsapparat stellen die mit dem Wasserblutsystem verbundenen Ambulacren dar. Es bilden dieselben mit Längs- und Ringmuskelfasern versehene hole Fortsätze der Cutis, deren Höle mit bläschenförmigen Erweiterungen der längsverlaufenden Wassergefässe communiciert. Diese, die Ambulacralbläschen, sind gleichfalls mit Muskelfasern belegt und können so die in ihnen enthaltene Flüssigkeit in die Ambulacren treiben, um diese zu schwellen. Die Spitze der letzteren wirkt dann entweder als Saugscheibe einfach so, dass sie platt aufgelegt und die Mitte der so gebildeten Fläche zu heben versucht wird, oder sie trägt einen Ring ziemlich innig zusammenhängender Kalkkörperchen, während die Mitte mit den Längsfasern in Verbindung steht, so dass hier ein wirklicher Haftapparat gebildet wird. Es stellen diese Ambulacren bei manchen Formen die ausschliesslichen Bewegungsorgane dar. — Einen weiteren Fortschritt histiologischer Ausbildung zeigen die Muskelfasern der **Würmer**. Bei den Helminthen, Turbellarien und Rotatorien stellen dieselben glatte, homogene Fasern dar, welche sich, wie *Schultze* bei Turbellarien fand[4]), häufig verzweigen und im Allgemeinen nur bei Runzelung eine oberflächliche Querstreifung erkennen lassen[5]) Unter den übrigen Würmern ist das mikroskopische Verhalten der Muskeln besonders bei den Hirudineen genauer untersucht worden. Die aus einer der Länge nach verschmelzenden Zellenreihe entstehenden Muskelfasern haben eine zarte structurlose Hülle (ursprüngliche Zellenmembran). Der Inhalt ist in zwei verschiedene Bestandtheile geordnet, eine homogene, leicht faltenbildende Rinden- und eine feinkörnige, die Kerne einschliessende Marksubstanz. Quer- und Längsstreifen rühren nur von den Falten der Rindensubstanz her. Bei den Annulaten scheint jedoch zuweilen ein

---

4) Beiträge etc. p. 20. Taf. I. Fig. 31. 33.

5) *Leydig* beschreibt von Lacinularia Muskelfasern, welche in der Leibeshöle eine Art Querstreifung erkennen lassen. Dieselbe machte den Eindruck, als wenn die Faser aus keilartig in einander geschobenen Stücken bestände, und hörte am Räderorgan, wo die Fasern strahlig auseinanderliefen, auf. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 454. Taf. XVII. Fig. 1. f.

Digitized by Google

Zerfallen der Rindenschicht in einzelne Fibrillen vorzukommen. Die Muskelfasern theilen sich häufig gabelig. Hilfsorgane sind noch nicht histiologisch entwickelt. Bewegungsorgane sind bei den Würmern entweder nicht vorhanden, oder es treten Saugapparate und borstentragende Fusstummel auf. In ersteren zeigen die im Allgemeinen kreis- und radienförmig angeordneten Fasern häufig Theilungen, besonders nach dem Rande; im letzteren sind die Fasern sich mehr oder weniger kreuzend so um die zwischen dieselben eingepflanzten Borsten angeordnet, dass eine sehr freie Beweglichkeit dieser ermöglicht wird. Die Muskelfasern der **Arthropoden** entsprechen im Allgemeinen den quergestreiften der Wirbelthiere, doch zeigen sie manche interessante Eigenthümlichkeit. Schon *v. Siebold* machte darauf aufmerksam[6]), dass die Thoraxmuskeln der Insecten sehr leicht in ihre Fibrillen zerfielen; *Frey* und *Leuckart* wiesen dann nach, dass bei kleinen Insecten die Muskeln glatt wären. Es zeigte sich ferner, dass nicht alle Muskelfasern in Primitivfibrillen zerfielen, endlich fand *Aubert* bei Libellen Muskelbänder ohne Fibrillen[7]). Was zunächst die glatten Muskelfasern anlangt, so entsprechen sie genetisch den quergestreiften, da auch sie aus einer Zellenreihe zu entstehen scheinen. Entschieden ist dies der Fall bei den meisten übrigen, hier sehr auffallend und deutlich quergestreiften Fasern. Es ist an diesen, überall im Körper der Crustaceen, Arachniden und Insecten (mit Ausnahme der Flügelmuskeln) vorkommenden Fasern weder eine Membran noch eine feinere Zerfällung des Inhalts wahrzunehmen. Man bemerkt nur eine ziemlich scharfe Querstreifung, deren einzelne Streifen dem Contractionsgrad entsprechend näher oder entfernter stehen. Diese Fasern sind nicht bloss auf die eigentlichen (Haut-) Skeletmuskeln beschränkt, sondern finden sich auch am Darme und allen mit Muskeln belegten Drüsen. Am Darme des Flusskrebses habe ich auch eine pinselförmige Theilung der Muskelfasern beobachtet. Anders verhalten sich, besonders nach den genauen Untersuchungen *Aubert's* die Thoraxmuskeln. Ohne dass man nämlich hier eine der ursprünglichen Zellmembran entsprechende structurlose Hülle finden kann, bestehen dieselben aus parallel neben einander liegenden Fibrillen, welche eine feinkörnige, zuweilen kernartige Gebilde einschliessende Masse verbindet. Dieselben sind quergestreift, und zwar rücken die Querstreifen während der Contraction näher an einander. Sie entsprechen der Zusammensetzung der Fi-

6) Lehrb. p. 562.
7) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 390. Taf. XV. Fig. 7.

Digitized by Google

brillen aus kleinen Cylindern oder Würfeln (*Aubert*, vergl. die Muskelfasern der Wirbelthiere). Die letzte Form endlich stellen die von *Aubert* gefundenen Muskelbänder dar. Sie sind platt, quergestreift und entsprechen den Fibrillen, daher sie *Aubert* Muskelprimitivbänder nennt. Zwischen ihnen findet sich dieselbe krümlige Masse, wie zwischen den Fibrillen. Sie kommen in den Thoraxmuskeln der Libellen vor. Umhüllt werden die Muskeln von einer homogenen, Kerne oder Zellen haltenden bindegewebigen äusseren Scheide, welche sich zunächst an die chitinisierten Hartgebilde anlegt. Den Sehnen vollständig entsprechende Gebilde finden sich bei den Insecten nicht. Was deren Stelle in manchen Fällen vertritt, sind nach innen gerichtete Fortsätze des äusseren chitinisierten Hautskelets, an welche sich die Fasern in verschiedener Anordnung inseriren. — Die Muskulatur der **Mollusken** besteht durchweg aus etwas abgeplatteten, glatten Fasern, welche den Muskelprimitivbündeln der Wirbelthiere entsprechen. (Hiervon machen nur die Salpen eine Ausnahme, deren Muskelfasern durch Zickzackbiegungen quergestreift erscheinen.)[8]) Im Allgemeinen sind dieselben verhältnismässig schmale, platte Fasern, an denen eine besondere Hülle nachzuweisen wol immer gelingt. An ihrem Rande finden sich häufig Kerne oder Reste derselben. Ihre Substanz ist entweder ganz homogen oder in eine Rinden- und krümlige Markschicht geschieden (manche Acephalen, viele Cephalophoren). Die Cephalopoden haben nach *H. Müller's* Erfahrung[9]) in ihren Kiemenherzen deutlich quergestreifte Muskelfasern, während ich an anderen Stellen ein Zerfallen der Fasern in glatte Fibrillen beobachtet habe. Ausserdem fand *Müller* noch an manchen Stellen im Mantel einzellige Fasern, welche sich jedoch an die mehrzelligen derselben, nicht an die Faserzellen der Wirbelthiere anschliessen. Während die Muskelfasern der Acephalen meist noch sehr unregelmässig angeordnet sind und nur in den Schalenmuskeln eine parallele Lagerung zeigen, sind sie bei den Cephalophoren und besonders bei den Cephalopoden durch ein hier schon stärkeres bindegewebiges Sarcolemma zu distincten Bündeln vereinigt. Sie heften sich bei den Gehäusmollusken mittelst des letzteren an das Gehäuse, während bei den Acephalen und den Haut- und Fussmuskeln der Cephalophoren Anfang und Ende der Fasern in der Cutis liegt. Dasselbe findet sich auch bei den Cephalopoden mit Aus-

---

8) Über die Sagitta, deren Muskeln gleichfalls quergestreift sind, erlaube ich mir kein Urtheil; dieselbe scheint wol kaum zu den Mollusken zu gehören.

9) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 345.

nahme der Kopfmuskeln, welche an den Knorpel sich heften, wobei jedoch das mikroskopische Verhalten des Sarcolems und der Muskelfasern selbst noch zu untersuchen ist. Von anderen Hilfsapparaten finden sich noch bei den Acephalen elastische Bänder, über deren histiologische Elemente jedoch noch wenig Data vorliegen. Zu erwähnen ist, dass dieselben in manchen Fällen durch Druck, in anderen durch Zug wirken, worauf bei einer Untersuchung derselben wol Rücksicht genommen werden könte. Einen eigenen Bewegungsapparat stellt der sogen. Fuss der Acephalen und Cephalophoren dar. Bei ersteren dient er jedoch selten zum Kriechen, dagegen meist durch seine energischen Ruderbewegungen zum Schwimmen. Er enthält sehr dicht durch einander gewobene Fasern, welche die homogene Grundmasse desselben nach allen Richtungen durchsetzen. Bewegungsorgane der Cephalopoden sind deren Arme. Es sind dies muskulöse Röhren, in deren Höle Nerven und Blutgefässe enthalten sind. Die die Hauptmasse derselben darstellenden Fasern sind vorzüglich radienförmig angeordnet, dazwischen treten dann längsverlaufende, nach aussen noch eine Ringfaserlage auf. Sie tragen noch als Haftorgane die zuweilen sehr compliciert gebauten und häufig mit Hornzähnen eingefassten Saugnäpfe, welche nur den eigenthümlich geformten Armen des Nautilus fehlen.

Die Muskulatur der **Wirbelthiere** wird, soweit die Muskeln zu den eigentlichen Stamm- oder Skeletmuskeln gehören, aus zusammengesetzten Fasern gebildet, welche in der Mehrzahl der Fälle quergestreift sind und Primitivfibrillen erkennen lassen. Dergleichen quergestreifte Fasern kommen nur noch, wie erwähnt, am Darme der *Tinca chrysitis,* im Magen von *Cobitis fossilis* [10]), im Herzen aller Wirbelthiere und an den Eingängen zu den Hohlräumen in verschiedener Ausdehnung vor. Die Muskelfasern der Wirbelthiere stehen aber nicht alle auf gleicher Stufe histiologischer Entwickelung. Gehen wir hier von dem allgemeinen gleichen Verhalten sämtlicher Fasern aus, so steht fest, dass sich alle aus einer Reihe von Zellen entwickeln und zunächst Muskelröhren darstellen. Die weiteren Veränderungen gehen jedoch nicht in allen Abtheilungen gleichmässig vorwärts. Bei Amphioxus, den Muskeln der Seitenlinie der Knochenfische, der Plagiostomen von ebendaher und vom Spritzloch bleiben die Fasern schmal und behalten ihren röhrigen Bau, indem sie stets einen körnigen Inhalt erkennen lassen. Sie sind daher den oben bei manchen Würmern und Mollusken beschriebenen Fasern analog in eine Rinden- und Mark-

---

10) s. *Budge,* Memoranda d. spec. Physiol. p. 137.

Digitized by Google

schicht gesondert, von denen die erstere eben so häufig quergestreift ist als nicht. Diese ihrer geringeren Breite wegen mehr an Primitivfibrillen erinnernden Fasern werden dann von bindegewebigen Hüllen mit quergestellten Kernen zu Bündeln vereinigt, welche jedoch morphologisch und genetisch nicht den primitiven, sondern den secundären Muskelbündeln der anderen Wirbelthiere entsprechen[11]). Ein Zerfallen der primitiven Röhren oder wenigstens deren Rindensubstanz in Fibrillen findet nicht statt. Die übrigen Muskeln schliessen sich den Muskeln der anderen Wirbelthiere genau an. Diese bestehen überall aus Fasern, welche eine sehr zarte, homogene Hülle besitzen und sehr deutlich Quer- und Längsstreifung zeigen. Die Hülle entspricht den Membranen der den Fasern zur Grundlage dienenden Zellenreihe, letztere weist auf die Zusammensetzung des Inhalts aus feinen quergestreiften, zuweilen varicös erscheinenden Fibrillen hin. Was die weitere Zusammensetzung dieser allgemein angenommenen Fibrillen anlangt, so verdient der Umstand, dass die primitiven Bündel in gewissen, jedoch nicht häufigen Fällen nicht in Fibrillen, sondern den Querstreifen entsprechend in Scheiben zerfallen, worauf *Bowman* zuerst Gewicht gelegt hat[12]), deshalb besondere Aufmerksamkeit, als dadurch zunächst einfach der Beweis gegeben ist, dass sich die Bündel den Querstreifen entsprechend noch weiter theilen. Wenn nun auch die Wahl zwischen der Annahme der Zusammensetzung aus Scheiben oder aus Fibrillen nicht schwer wird, da die letzteren so ungleich häufiger auftreten, so ist doch durch die einfache Möglichkeit, dass auch Scheiben entstehen können, angedeutet, dass die Bündel nicht aus Fibrillen, sondern aus noch kleineren Cylindern oder Würfeln zusammengesetzt sind, welche jedoch in der Längsrichtung der Faser eine stärkere Cohäsion besitzen als in dem Querdurchmesser, weshalb in der Regel Fibrillen erscheinen und nur selten Scheiben. — Die Muskelbündel werden im Allgemeinen durch bindegewebige Hüllen zu grösseren Bündeln und Muskelmassen vereinigt. In einigen Fällen (z. B. Zunge) treten diese jedoch sparsamer auf und die Bündel erscheinen mehr verfilzt. Auch findet sich an

---

11) *Leydig*, Beiträge a. a. O. p. 76. *Leydig* bezeichnet die erwähnten Muskelbündel als primitive und hält dann das Sarcolem für secundär. Letzteres ist entschieden richtig, nur sind die Bündel eben nicht primitive, sondern jede einzelne Faser entspricht einem primitiven Bündel, worauf zu achten ist, um nicht das Sarcolem dieser bei den übrigen Muskeln auch für secundär zu halten, was es, nach *Leydig's* eigenen anderweitigen Untersuchungen, nicht ist.

12) *Todd and Bowman, The physiolog. Anatomy etc. Vol. I. p.* 152. und *Todd's Cyclopaedia. Vol. III, p.* 508.

Digitized by Google

diesen Stellen zuweilen eine Theilung der Bündel und ein Auflösen in feinere Fäden. Die grösseren Muskelmassen werden dann bei höheren Thieren noch durch besondere sehnige Häute umschlossen, welche sich häufig durch den Besitz starker elastischer Fasernetze auszeichnen. — An die harten Theile werden nun entweder die Fasern einfach durch das dieselbe umgebende Bindegewebe geheftet, wobei die Bündel stumpf oder zugespitzt endigen, oder es treten grössere faserige Gebilde dazwischen, die Sehnen und Sehnenbänder. Dieselben sind bindegewebige Organe, welche sich von anderen Formen des Bindegewebes durch grosse Schärfe und parallelen Verlauf der Fibrillen, so wie durch eine ziemlich regelmässige Anordnung der sparsam in ihnen enthaltenen elastischen Elemente auszeichnen. Bei Ansätzen derselben direct an Knochen haften sie an allen Punkten der Oberfläche eng an, ohne dass man die Continuität beider Gebilde entschieden beweisen könte, was jedoch bei Befestigung derselben an Bänder oder an das Periost leicht geschieht[13]). Zuweilen nehmen die Sehnen mehr oder minder zahlreichere Knorpelzellen zwischen ihre Fasern, so dass wirklicher Faserknorpel entsteht. Um die Beweglichkeit der Sehnen an einander oder an Knochen zu erleichtern, finden sich an entsprechenden Stellen häufig sogen. Sehnenscheiden oder Schleimbeutel, ebenso wo Muskelbäuche auf anderen Theilen aufliegen. Dieselben stellen mit einer zähen Flüssigkeit gefüllte Räume dar, welche jedoch nur in wenig Fällen von einer bindegewebigen Haut und Epithel gebildet werden. Zwischen Sehnen und Bändern ist das Epithel stets nur an einzelnen Stellen (wahrscheinlich den wenigst geriebenen) vorhanden, während hier die sogen. Serosa vollständig fehlt.

Als eines für die Mechanik der Fischbewegungen sehr wichtigen Apparates muss hier noch der Schwimmblase derselben gedacht werden, da dieselbe der von der inneren Fläche secernierten Luft wegen und der meist unter dem Willenseinflusse des Thieres stehenden Verdichtung und Verdünnung derselben auf die Leichtigkeit der Bewegung einen entschiedenen Einfluss ausübt. Dieselbe kömt nicht allen Fischen zu; ihr Mangel scheint durch andere Verhältnisse compensiert zu werden (so z. B. bei den Plagiostomen durch das Knorpeligbleiben des Skelets u. a.). Sie besteht wesentlich aus einer ziemlich starken, sehnig glänzenden, zuweilen mit einer an die Zellen des

13) Einen directen Übergang der Muskelfaserenden in ebensoviel kleine Sehnen, wie es *Kölliker* (Handb. p. 176. 178) beschreibt, kann ich nach dem, was ich gesehen habe, nur bezweifeln.

Digitized by Google

Tapetum erinnernden silberglänzenden Schicht bedeckten Faserhaut, welche aussen oder zwischen den zwei manchmal nachweisbaren Lamellen häufig Muskelfasern enthält. Ihre innere Oberfläche ist von einer Schleimhaut mit Pflasterepithelium bekleidet; zuweilen ist sie, wie die Lungen der Amphibien, in zellige Räume getheilt, zuweilen finden sich nur muskulöse Balken die Höle durchsetzend. Ihre Schleimhaut setzt sich, wenn sie sich mit einem sogen. Luftgang in den Ösophagus mündet, in die des letzteren fort. Die in ihrer Wand enthaltenen Gefässe bilden bei vielen Fischen Wundernetze, entweder ein diffuses über einen grossen Theil ihrer Oberfläche, oder mehrere den kleinen Arterien entsprechende. Eigenthümlich ist der von *Joh. Müller* [14]) beschriebene Springfederapparat an der Schwimmblase einiger Welse, bei denen ein dünner knöcherner Fortsatz vom ersten Wirbel entspringt und mit einer breiten Platte die Luft der Schwimmblase comprimiert. Ein willkürlicher vom Schädel entspringender Muskel hebt die Platte empor und dadurch die Compression der Luft auf, beim Nachlass seiner Contraction fällt die Platte zurück und comprimiert die Luft wieder.

§. 28.

System der passiven Bewegungsorgane.

Gegenüber den eben betrachteten activen können wir als passive Bewegungsorgane nur solche betrachten, welche sich einmal nur in Folge von Bewegungserscheinungen in jenen bewegen, und auf deren Ortsveränderungen die Locomotion der Thiere selbst beruht, sei es, dass diese Locomotion das ganze Thier trift, oder nur einzelne Theile. Sämtliche hierher gehörige Erscheinungen stimmen darin überein, dass sie direct oder, jedoch selten, indirect die Beziehung des Thieres zur Aussenwelt vermitteln, wodurch sie sich von selbst von den an einzelnen Organen auftretenden und mit den Lebenserscheinungen dieser zusammenhängenden Bewegungen unterscheiden. Nach der früher gegebenen Unterscheidung werden daher die den willkürlichen Bewegungen dienenden mehr oder weniger festen, meist zu complicierten Hebelapparaten vereinigten Stützen hierher zu rechnen sein, welche erst in der Abtheilung der Wirbelthiere zu einem selbständigen histiologischen wie morphologischen Abschluss gelangen. Sie stellen hier das Knochensystem dar. Constituirende Gewebe werden daher vorzüglich das Knochen- und das diesem genetisch ver-

14) Untersuch. über die Eingeweide der Fische a. a. O. p. 147.

Digitized by Google

wandte Knorpelgewebe sein. Ausser diesen treten jedoch auch hier gewisse Hilfsorgane zur Vermittelung der beweglichen Verbindung der Knochen unter einander auf, Bänder und Gelenkkapseln.

Bei **wirbellosen Thieren** sind keine von anderen Organen histiologisch gesonderten Organe vorhanden, welche ausschliesslich als Theile eines passiven Bewegungsmechanismus auftreten. Vielmehr sind hier, wie erwähnt, mit einer einzigen Ausnahme die als solche benutzten Hartgebilde Theile eines anderen Systems, des Systems der äusseren Haut. Dagegen findet sich bei den Cephalopoden die erste Andeutung eines in die Muskelmasse eingefügten inneren Skelets, und wie dasselbe gleichzeitig die andere Function des Wirbelskelets, die Hölenbildung um die Nervencentren, zu erfüllen hat, so zeigt es auch eine jenem entsprechende histiologische Beschaffenheit; es findet sich hier wahrer Knorpel. Dieser entspricht, wie schon p. 101 angeführt wurde, genau dem der Wirbelthiere. Er besteht aus einer zuweilen reichlichen, zuweilen fast verschwindenden Zwischensubstanz und zahlreichen in derselben enthaltenen Zellen, welche eine concentrisch verdickte, bei reichlicher Intercellularsubstanz jedoch als zarte Haut nachzuweisende Membran und einen kleinen bläschenförmigen Kern besitzen. Dieselben sind meist rundlich oval, zuweilen jedoch faserartig verlängert, nach *H. Müller* manchmal mit verästelten Ausläufern versehen. Ihre Anordnung ist ziemlich regelmässig, obschon es schwer ist, eine Gesetzlichkeit darin zu finden. Sie liegen meist in Gruppen, welche dann parallele Reihen bilden, öfters erscheinen sie auch mehr flächenartig ausgebreitet. An einigen Stellen treten im Knorpel Hölen auf, welche Gefässe zu enthalten scheinen[1]).

Unter den **Wirbelthieren** kömt Knorpel als Grundbestandtheil des Skelets ganz allgemein vor, und zwar bleibt er entweder während des ganzen Lebens der Thiere wahrer Knorpel, oder er verknöchert, durch Aufnahme von Kalksalzen und die damit Hand in Hand gehenden morphologischen Veränderungen. Wie jedoch die die Knorpelzellen verbindende Zwischensubstanz, wie wir oben sahen, selbst innerhalb des wirklich als Knorpel zu deutenden Kreises von Geweben, manche Verschiedenheiten erkennen lässt, so findet sich an vielen Stellen des Skelets, da wo später Knochen sich findet, und zwar Knochen, welcher durchaus nicht von anderen abweicht, ein Zellen haltendes Blastem, welches der Form und Consistenz der jene tragenden Zwischensubstanz wegen nicht mehr für Knorpel gehalten

---

1) Leider konte ich diesen Umstand nicht an frischen Thieren weiter verfolgen.

Digitized by Google

werden kann. Diese Verschiedenheit des Bildungsmaterials der späteren Knochen gab früher Veranlassung zur Unterscheidung der Knochen in knorpelig präformierte und solche, welche aus einer fibrösen Grundlage ossificierten; man nannte ferner jene Primordialknochen, letztere secundäre, Deck- oder Belegknochen. Wegen des Werthes dieses Unterschiedes in Bezug auf die Erklärung der das Skelet zusammensetzenden einzelnen Knochen muss auf einen späteren Abschnitt verwiesen werden; hier nur die Bemerkung, dass, obschon in beiden die Zwischensubstanz verschieden ist, doch in beiden die Verknöcherung ganz gleichmässig von den in ersterer enthaltenen Zellen ausgeht, dass dieselbe durch die in der Structur der Bindesubstanz vorhandenen Unterschiede wol etwas modificiert wird, jedoch nur in Bezug auf die topographische Anordnung der ossificirenden Primitivtheile, dass dagegen das Gesammtresultat der Ossification in beiden ganz gleich ist, besonders die Verwandlung der beiden präformierten Gebilden eigenen Zellen in die morphologischen Elementartheile des Knochens.

Was den Verknöcherungsprocess selbst betrift, welcher zunächst als der Process der Verwandlung des Knorpels in Knochen schon wegen des Überganges der knorpeligen Skeletformen in knöcherne von Wichtigkeit ist, so geht er, mag die Zwischensubstanz beschaffen sein wie sie wolle, bis auf kleine Modificationen überall nach derselben Weise vor sich. Es werden nämlich unter gleichzeitiger Imprägnation der Intercellularsubstanz mit Knochenerde[2]), die Membranen der Bildungszellen des osteogonischen Gewebes (vielleicht durch Ablagerung secundärer Membranen) verdickt und gleichfalls verirdet, wobei sie selbst je nach den Ordnungen und Classen morphologische Veränderungen erkennen lassen, deren hauptsächlichste die folgenden sind. Die Zellen verändern sich fast gar nicht, sie bleiben rund oder oval, der in ihnen enthaltene Kern schwindet allmählich (z. B. Plagiostomen)[3]); hierher gehört auch die wirkliche Faserknochen darstellende innere Schicht der Chordenscheide der Störe), oder sie verlängern sich als feine Röhren, die später mit anderen zusammenstossen, in einer Richtung, wo nur einzelne Anschwellungen die Stellen von früheren Zellen andeuten (Ephippus)[4]), Hautknochen der Störe), oder endlich, und dies ist die häufigste Form,

---

2) Deren Zusammensetzung und Quantität in den einzelnen Classen einigen Verschiedenheiten unterliegt.

3) s. *Leydig*, Beiträge, a. a. O. Taf. I. Fig. 1. 4.

4) s. *Owen*, *Lect. on comp. Anat. Fishes. p.* 30. 31.

Digitized by Google

die Verdickung der Membranen geht nicht gleichmässig an der ganzen Fläche derselben vor sich, sondern es bleiben einzelne Lücken, welche, wie die Poren- oder Tüpfelcanäle der verholzenden Pflanzenzellen radiäre Ausläufer des centralen Hohlraums darstellen. Hierdurch entsteht das den Anthropotomen geläufige Bild der Knochenhölen und Knochencanälchen. Doch bestehen auch in dieser Form manche kleine Verschiedenheiten. So sind bei manchen Fischen (z. B. Hecht) die Knochenhölen klein, die Knochensubstanz bietet ein netzartig röhrenförmiges Gefüge dar; bei anderen sind die Knochencanälchen besonders in einer Richtung stärker, nach der anderen viel feiner u. s. w.[5]). Bei den Amphibien und Reptilien sind die Knochenhölen im Allgemeinen etwas grösser, jedoch noch wenig regelmässig angeordnet; während sie bei den Vögeln, wo sie klein und rund mit sehr feinen strahlenförmigen Ausläufern, und Säugethieren, bei denen sie meist oval, länglich sind, in der Regel in Lamellen und Reihen geordnet sind. Die Regelmässigkeit dieser Lamellensysteme wird durch Canäle in der Knochensubstanz bedingt, welche schon bei den Fischen sich finden. Im Knorpelgewebe treten nämlich Hölungen auf, welche mit den nächsten Blutgefässen sich in Verbindung setzen und dann auch ein capillares Gefäss aufnehmen[6]). Neben den Gefässen kömt dann noch ein bei Fischen zuweilen gefärbtes Fett in diesen Hölen vor (z. B. bei Belone und Lepidosiren grün). Sie stellen die sogen. Havers'schen Canäle dar, deren Anordnung in den einzelnen Classen etwas abweicht. Bei den Fischen sind sie meist wenig zahlreich und netzförmig durch die Knochensubstanz verbreitet; in manchen Fällen jedoch fehlen sie fast ganz (z. B. bei Muraena nach *Owen*); bei Amphibien und Reptilien treten sie schon häufiger, gleichfalls zu Netzen vereinigt auf, ohne jedoch, wie es scheint, auf die Anordnung der Knochenhölen einen nachweisbaren Einfluss auszuüben. Bei Vögeln und Säugethieren hält ihre Vertheilung ziemlich mit der äusseren Form des Knochens Schritt. In langen Knochen sind sie meist zu Netzen mit längeren, dem Längsdurchmesser der Knochen parallelen, nur an deren Oberfläche engeren Maschen verbunden, während in platten und breiten Knochen vorzüglich die Hauptausdehnung derselben ihre Anordnung bestimmt, so dass sie in flachen Knochen radiär, in

5) Vergl. die Angaben von *Owen* a. a. O. und von *Leydig*, Beiträge etc. p. 7.

6) *Leydig* fand (a. a. O. p. 3) bei *Raja clavata* wol Blutkörperchen im Innern dieser Canäle, in deren feinsten er jedoch weder Epithel noch eine Gefässhaut nachweisen konte.

Digitized by Google

kurzen, dicken meist in einer Richtung vorzugsweise verlaufen. Diesen Canälchen und der allgemeinen Form der Knochen entsprechend ist die Knochensubstanz mit den Knochenhölen und Knochencanälchen in Lamellensystem geordnet, welche vorzüglich an den Havers'schen Canälen als concentrische Lagen deutlich werden. Ausser den bis jetzt besprochenen Verhältnissen findet sich jedoch noch bei den langen Knochen der vier höheren Classen eine Eigenthümlichkeit. Während dieselben nämlich ursprünglich eine gleichmässige, von netzförmig verbundenen Havers'schen Canälen durchzogene schwammige Knochenmasse darstellen, beginnt in ihnen (mit Ausnahme der Chelonier, Pinnipeden und Cetaceen) allmählich ein Resorptionsprocess. Es entwickelt sich in ihnen eine centrale Höle, welche sich zunächst mit Bildungszellen füllt. Aus diesen entstehen allmählich Fettzellen, Blutgefässe und Nerven. Die Gefässe treten mit den in den Havers'schen Canälen in Verbindung, welche sich wiederum in die des Periostes öffnen. Noch weiter geht diese Resorption bei den Vögeln, indem sich hier in vielen, je nach den Ordnungen verschiedenen zahlreichen Knochen eine Art bindegewebiger Schleimhaut mit zartem Epithel entwickelt, welche Hölen einschliesst, die sich zunächst mit denen benachbarter Knochen, endlich mit Fortsetzungen der Lungen in Verbindung setzen. Auf diese Weise entsteht die sogen. Pneumaticität der Vögelknochen. Sehr wichtig für die Auffassung der Entwickelungsverschiedenheiten der Knochen sind ihre Wachsthumsverhältnisse. Mag nämlich der Knochen knorpelig präformiert gewesen sein oder nur fibrös-häutig, so wächst er doch entweder nur während des Jugendlebens der Thiere (Vögel, Säugethiere) oder während des ganzen Lebens ununterbrochen (die übrigen Wirbelthiere) an seiner Oberfläche auf Kosten der inneren Schichten des Periostes fort. Charakteristisch sind in dieser Beziehung die Fischknochen, welche nur in verhältnismässig wenig Fällen das glatte, fertige Ansehen ihrer Oberfläche zeigen, wie die anderer Classen. Es findet sich hier entweder nur eine fibröse Haut, aus welcher die neue Knochenmasse ihren Ursprung nimt, oder eine dünne Knorpellamelle, welche sich jedoch selbst wieder aus dem angrenzenden faserigen Perichondrium erneuert.

Was die Verbindung der Knochen unter einander betrift, so richten sich die dabei auftretenden Gewebe nach der grösseren oder geringeren Beweglichkeit der Verbindung. Bei der Verbindung durch Naht liegt nur eine Schicht faserigen, ziemlich straffen Bindegewebes zwischen den beiden verschieden geformten Oberflächen der Knochen. Die Bandverbindung beruht wesentlich auf dem Vorhandensein fibrö-

Digitized by Google

ser, mit dem Sehnengewebe mehr oder weniger übereinstimmender oder wirklicher elastischer Bänder, letztere besonders an der Wirbelsäule[7]). Häufig geschieht die Verbindung durch Knorpel; jedoch findet sich hier kaum je Knorpel allein, sondern die mit Knorpel überzogenen Knochenoberflächen werden durch faserknorpelige und ganz sehnige Massen mit einander verbunden. Zuweilen besteht dann im Centrum dieser Masse eine mit synoviaähnlicher, zäher Flüssigkeit gefüllte Höle. Bei der Gelenkverbindung sind die Oberflächen der zu articulirenden Knochen stets mit einer Knorpellage überzogen, welche nach innen durch eine unvollkommene verknöcherte Schicht in das eigentliche Knochengewebe übergeht. Dieselbe ist an den sich berührenden Stellen nackt und nur an den Rändern von einem in das Periost und die Synovialkapsel übergehenden Perichondrium bedeckt. Die letzteren stellen nirgends seröse, geschlossene Säcke dar, sondern sind nur sackartige, mit einem ein- oder mehrschichtigen Epithel bedeckte Fortsätze des Periosts der zu verbindenden Knochen, welche, wie das Periost, nur aus einer fibrös-bindegewebigen Haut mit zahlreichen Gefässen und Nerven ohne Drüsen bestehen. Von ihrer Oberfläche ragen zuweilen ihnen im Bau entsprechende, mit Epithel bedeckte Fortsätze frei in das Gelenk, welche, wie die Kapsel selbst, zuweilen einzelne Knorpelzellen enthalten. An diese schliessen sich histiologisch die Zwischengelenkknorpel, in der Kapselhaut enthaltene, zwischen die Knochenenden hineinragende Knorpelmassen. Die Synovia entspricht dem Inhalte der Muskelschleimbeutel. Sie ist eine zähe Flüssigkeit, welche nur zufällig geformte Bestandtheile enthält.

Wurde in dem Bisherigen die histiologische Zusammensetzung des Skeletes bei den mit wirklichen Knochen versehenen Thieren dargestellt, so ist nun noch übrig, der Knorpelfische und der Eigenthümlichkeiten der ihr Skelet bildenden Knorpelsubstanz zu gedenken. Wie überall, besteht dieselbe auch hier aus einer Bindesubstanz und in dieser enthaltenen Zellen. Jedoch finden sich hier in Bezug auf das qualitative und quantitative Verhalten beider Substanzen manche Verschiedenheiten. *Joh. Müller*, dem wir die ersten genauen Untersuchungen über den Knorpel der Knorpelfische verdanken, unterscheidet 4 Arten bei ihnen[8]): hyalinischen, pflaster-

---

7) Jedoch auch an anderen Stellen, wo sie als Antagonisten für bestimmte Muskeln oder assistirend für andere zu wirken haben.

8) Vergl. Anat. d. Myxinoiden. 1. Theil. Abhdlg. d. Berl. Acad. 1834. Phys.-math. Kl. p. 131.

Digitized by Google

förmigen kalkhaltigen, zelligen und vollständig ossificierten Knorpel. Die zweite und vierte Art fällt mit gewissen, oben beschriebenen Formen von Knochen so vollkommun zusammen, dass man sie, wie schon *Leydig* hervorhebt, nicht mehr Knorpel nennen kann, obschon die Müller'sche Bezeichnung derselben deshalb sehr treffend ist, als sie ihrem mikroskopischen Verhalten nach dem Knorpel noch viel näher stehen als die Knochen anderer Thiere. Will man aber nicht ein dem Begrif Knorpel und Knochen gemeinsames Gebiet eröffnen, wird man wol den vollständig verknöcherten Knorpel Knochen nennen müssen. Die einfachste Knorpelart zeigen die weicheren Theile des Knorpelskeletes der Cyclostomen [9]) und nach *Leydig* die Kiemenknorpel von *Torpedo Galvanii* [10]). Es sind hier in dem Gewebe nur Zellen fast ohne alle Intercellularsubstanz vorhanden, welche sich sogar in dem letzteren Falle polyëdrisch begrenzen. Aber schon an anderen Stellen desselben Skelettes nimt die Intercellularsubstanz zu und es bildet sich hyaliner Knorpel, in welchem Grundsubstanz und Zellen sich entweder an Masse gleich sind oder letztere von ersterer überwogen werden. Die Grundsubstanz ist meist vollkommen hyalin, zuweilen jedoch gestreift-faserig [11]). Bei den Rochen hat *Leydig* in Bezug auf das Verhalten der Knorpelzellen interessante Beobachtungen gemacht. Dieselben sind hier nämlich zuweilen faserartig verlängert und stehen mit feinen, auch wol getheilten Ausläufern unter einander in Verbindung [12]), so dass auf diese Weise ein feines, den Knorpel durchziehendes Canalsystem gebildet wird, welches die erste Form der später als Havers'sche Canäle auftretenden Hohlräume darstellt. Wie erwähnt, fand *Leydig* auch Blutkörperchen in ihrer Höle. Von diesen feinen Canälen ist durch Erweiterungen derselben der Übergang zu ächten Havers'schen Canälen gegeben, welche auch bei Plagiostomen auftreten [13]). Die Wandungen derselben sind mit einer dünnen Schicht Knochensubstanz bekleidet von der oben als den Plagiostomen eigenen beschriebenen Art. Eine solche Knochenkruste bedeckt auch nach *J. Müller's* Entdeckung [14]) sämtliche Knorpel mit Ausnahme der Wirbelkörper; sie überzieht auch die innere Fläche der Schädelhöle und die in dieser gelegenen Theile des inneren Ge-

---

9) *Müller*, a. a. O. p. 133.
10) a. a. O. p. 1.
11) So am Schädelknorpel von *Galeus canis* nach *Leydig*, a. a. O. p. 1.
12) s. *Leydig*, a. a. O. Taf. I. Fig. 3.
13) Vielleicht schon bei Cephalopoden; s. oben.
14) a. a. O. p. 32.

hörorgans. Sie bildet *Müller's* pflasterförmigen kalkhaltigen Knorpel und besteht aus polyëdrischen Schüppchen, zuweilen von der Form von Sternen u. a., so dass zwischen denselben kleine Inselchen Knorpelsubstanz übrig bleiben. Nach *Leydig's* Beobachtungen wird diese Knochenkruste zuweilen noch von einer dünnen Schicht hyalinen Knorpels überlagert. — Interessante Structurverschiedenheiten zeigt die Wirbelsäule der Knorpelfische. Während dieselbe bei den Cyclostomen nur von der *Chorda dorsalis* gebildet wird, welche aus einer fibrösen sehnigen inneren und fibrösen, leicht in Knorpel übergehenden äusseren Scheide mit einem in grossen aneinanderstossenden Zellen[15]) enthaltenen halbfesten Inhalte und centralem sehnigen Faden besteht, dabei noch keine Andeutung von Wirbelabtheilungen erkennen lässt, treten zunächst ringförmige Verknöcherungen der äusseren Scheide auf, welche bald durch Knorpelstreifen verstärkt werden. Dieselben, an der inneren Fläche der Chordenscheide gelegen, verdrängen die Chorda selbst stellenweise. Von diesen die Wirbelkörper zunächst darstellenden Theilen verknöchern einige, während andere knorpelig bleiben, so dass der ganze Knochen einmal aus concentrisch abwechselnden Knorpel- und Knochenschichten, dann auch aus radiär verschieden angeordneten Substanzen besteht[16]). Zwischen je zwei Wirbelkörpern bleibt jedoch nicht bloss hier, sondern bei den meisten Fischen überhaupt[17]) ein grösserer oder geringerer, meist doppeltkegelförmiger Theil der ursprünglichen Chorda als Zwischenwirbelmasse (Glaskörper) übrig, der durch einen im Centrum des Wirbels befindlichen Canal mit den benachbarten in Verbindung steht.

---

15) *Kölliker* führt dieselben als eine Form des Knorpels auf; *Müller* parallelisiert sie dem Fettzellengewebe und den pflanzlichen Zellen. Sie lassen sich jedoch wol mit keinem histiologisch differenzierten Gewebe streng vergleichen, sondern stellen ursprüngliche und auf dieser Stufe stehenbleibende Bildungszellen dar.

16) s. *Müller's* Darstellung der Wirbelbildung a. a. O., *Owen* a. a. O.

17) Hiervon macht nach *Owen* nur Lepidosteus eine Ausnahme, der, wie die meisten Reptilien, opistocoele Wirbel hat (Lectur. a. a. O. p. 58).

Digitized by Google

Viertes Capitel.

Uber die Gesammtform des thierischen Körpers.

§. 29.

Bis jetzt wurde dargestellt, wie sich einmal die Organisation der Thiere an gewisse, allen Thieren gemeinsame Bedingungen anschloss, welche im Einzelnen auf die grössere oder geringere Complexität des Baues noch einen besonderen Einfluss ausübten, und dann wie trotz der verschiedenen organologischen Zusammensetzung eine allen Thieren gemeinsame auf einheitliche Elementarformen zu reducirende Structur vorhanden ist, welche sich besonders in der Formverschiedenheit und mannichfaltigen Entwickelung der elementaren Zellen nachweisen lässt. Es ist aber bei der Betrachtung eines Thieres weder die organologische Zusammensetzung, noch die feinere Structur desselben dasjenige, was uns zunächst als Resultat der Beobachtung auffällt. Die gesammte Gestalt, die äussere Form eines Thieres berührt uns zuerst.

Da es für die Erforschung der Gesetzmässigkeit gewisser gegebenen Gestalten weder nöthig noch zweckmässig ist, dieselben ohne weiteres auf ein ausser ihnen gelegenes ideelles Schema zu beziehen, so kann es auch für die Betrachtung des Thierreichs und seiner Formenvariationen nur hindernd sein, sollte hier von einer *a priori* construierten Grundform ausgegangen werden. So geistreich dergleichen Versuche, aus einer solchen ideellen Form die realen zu entwickeln, auch angestellt sein mögen, so glaube ich doch, dass man auch ohne dieselbe, welche nirgends in der Natur existiert, die Natur selbst recht gut wird verstehen lernen, und zwar leichter und sicherer als mit derselben.

Was die äussere Form der **Protozoen** anlangt, so ist es wol schwer, die proteusartig in einander übergehenden Gestalten auf einen Typus zurückzuführen. Wie jedoch der ganze Körper dieser Thiere sich dem Baue einer elementären Zelle anschliesst, so thut es im Allgemeinen die Gesammtform derselben. Symmetrie ist kaum nachzuweisen, die Mundöffnung rückt auf der Oberfläche an alle möglichen Stellen, höchstens könte man auf den zuweilen noch stattfindenden Unterschied zwischen Membran und Inhalt hinweisen, der jedoch auch in vielen Fällen schwindet. Eigenthümlich ist das manchen Formen dieser Abtheilung zukommende Gehäuse, welches, sich in seinen häufig

Digitized by Google

ausserordentlich regelmässigen und mannichfachen Windungen an die Gehäusmollusken anschliessend, einen anders organisierten Körper in seiner Höle erwarten liesse, als den structurlosen gelatinösen der Foraminiferen. Wie sich also einfache, noch nicht weiter metamorphosierte Zellen auf deren ursprüngliches Bild des Bläschens trotz ihrer wimpernden Anhänge, ihres zuweilen geformten, gefärbten Inhaltes oder der Auswüchse ihrer Membran u. s. w. unschwer beziehen lassen, so wird es auch für die Protozoen am Gerathensten scheinen, dies ursprüngliche typische Verhalten vorläufig festzuhalten.

Ungleich schärfer und vielleicht mehr so als irgendwo anders ist das typische Gesammtbild bei den **Radiaten** ausgesprochen, unter welchem Namen eben jene Thierformen begriffen werden können, welche strahlig gebaut sind, d. h. bei welchen die in der Mehrzahl auftretenden Theile symmetrisch um eine das Centrum eines Kreises einnehmende Axe angeordnet sind, von der aus sie also in Radien nach der Peripherie zu gelegen sind. Es macht sich jedoch schon hier in beiden Abtheilungen, den Coelenteraten und Echinodermen, ein wichtiges Gesetz geltend, welches ich der Kürze wegen Gesetz der vegetativen Gleichheit nennen werde. Wir sehen nämlich in den einfacheren Formen dieser Classe sämtliche in der Mehrzahl vorhandenen Theile einander gleichwerthig sein, ohne dass einem oder mehreren derselben eine besondere Bedeutung beigelegt werden könte. Hiermit hängt das untergeordnetere Verhältnis zusammen, dass in diesem Falle die Zahl der radiär auftretenden Theile, wenn schon im Ganzen sich an gewisse Verhältnisse haltend, doch in gewissem Sinne unbeschränkt ist. *Owen*, dem wir über diese auch bei höheren Thieren wiederkehrenden Erscheinungen werthvolle Betrachtungen verdanken, nennt dies die vegetative Wiederholung. Allmählich treten aber Formen auf, in welchen einmal die Zahl der mehrfach vorhandenen Körperabschnitte geringer wird und welche dann gleichzeitig einzelne derselben entweder als nicht genau mehr dem symmetrischen Verhältnisse entsprechend oder sich morphologisch vor den anderen auszeichnend erkennen lassen. Hierdurch ist jene Gleichheit gestört, es tritt eine Differenzirung der Multipla in besondere Gruppen auf. Während diese, in den meisten übrigen Classen sich auf verhältnismässig untergeordnetere Abweichungen beziehenden Störungen dort stets innerhalb des der Classe eigenen Gesammttypus bleiben, werden dieselben hier um so wichtiger, oder wenigstens auffallender, als sich in ihnen die zwei, streng genommen einzigen Formentypen begegnen, der radiale und der seitlich symmetrische. Durch die abweichende Bildung zweier Segmente des

Digitized by Google

Ctenophorenkörpers bilden dieselben den auch in ihrer Organisation ausgesprochenen Übergang der Coelenteraten zu den seitlich symmetrischen Thierformen, während derselbe, bei allen Echinodermen wol angedeutet, doch besonders durch die Echiniden und Holothurioiden vermittelt wird, gleichfalls durch die besondere Auszeichnung einzelner Körperabschnitte, durch welche der radiale Typus zwar nicht gleich verwischt, doch aber gleichzeitig eine seitlich symmetrische Anordnung nachweisbar wird. Während bei den Echiniden die Madreporenplatte und der excentrische After als Ausgangspunkte zur Bezeichnung des rechts und links dienen, ist es bei gewissen Holothurioiden, deren wurmförmig gestreckter Körper schon an und für sich auf einen anderen Typus hinweist, die auffällige Entwickelung eines der fünf (vier) Körpersegmente, welche die Unterscheidung von oben und unten, und gleichzeitig damit links und rechts, ermöglicht.

An die letztbetrachteten Formen sich anschliessend begegnen wir in der Classe der **Würmer** Formen, welche sich mit ihrem platten oder walzenförmigen Körper dadurch von den Echinodermen unterscheiden, dass bei ihnen jede Annäherung an eine, um die durch Mund und After gelegte Axe strahlige Anordnung ihrer Theile schwindet. Überall ist bei ihnen seitliche Symmetrie mit einer senkrecht auf Bauch- und Rückenfläche stehenden Axenebene deutlich erkennbar. Dabei ist der Körper stets gestreckt, die Mundöffnung entspricht dem Vorderende des Thieres. Bald tritt jedoch auch hier eine Wiederholung gleichwerthiger Theile auf. Wie nämlich bei manchem, noch nicht eigentlich gegliederten Wurme die Haut die ersten Andeutungen einer Ringelung, einer Segmentirung des Körpers erkennen lässt, so findet sich bei anderen an dem verlängerten Körper eine Mehrzahl von Abschnitten, welche äusserlich vollkommen gleich geformt, nur an dem ersten und letzten eine verschiedene Bildung erkennen lassen. Die vegetative Gleichheit der hinter einander gelegenen Multipla wird jedoch auch hier gestört, indem bei höheren Formen immer mehr Segmente als in den Bereich der allmählich auffallenderen Verwandlung des oralen und analen Körperendes gezogen erscheinen. Dabei ist auch hier wieder die Zahl der zwischen denselben eingeschlossenen gleichförmigen Segmente unbegrenzt. Ausser diesen allgemeinen architektonischen Verhältnissen des Wurmkörpers ist das Auftreten äusserer Anhangsgebilde, mit der übrigen Gestaltung desselben gleichen Schritt haltend, zu verfolgen. Es treten dieselben zunächst nur am Vorderende des Thieres auf, dasselbe mannichfach auszeichnend; dann erscheint eine der

Digitized by Google

vorderen ähnliche Auszeichnung auch am Hinterende; endlich erhalten auch die mittleren Körperabschnitte Anhänge, welche sich hier wie überall in dieser Classe als von einfachen ungegliederten Fortsätzen der äusseren Bedeckungen überzogen darstellen.

Unmittelbar an die Würmer schliessen sich die **Arthropoden** an, mit ihnen eine einfache, durch die Mitte der Bauch- und Rückenfläche gelegte Axenebene gemein habend. Vielleicht spricht sich nirgends das Gesetz der vegetativen Gleichheit so scharf aus wie hier. Zunächst mit den Würmern in der Vielzahl der hintereinanderliegenden, gleichwerthigen Segmente übereinstimmend zeigen die Myriapoden schon die den Arthropoden charakteristischen gegliederten Anhänge ihrer äusseren Bedeckungen, welche, wie die Segmente selbst, nur unbedeutende adorale und adanale Veränderungen erkennen lassen [1]). Lässt sich nun auch bei den Crustaceen die gleichmässige Gliederung des Körpers und das denselben mit den Myriapoden gemeinsame Auftreten von gegliederten Anhängen an allen Segmenten leicht erkennen, so springt doch sehr bald eine Unterscheidung beider je nach gewissen Gegenden des Körpers in die Augen. Man sieht, wie die Segmente sich in Gruppen ordnen, von denen jede einzelne wieder von den übrigen verschieden ist. Auf die Segmente, welche als Träger der höheren Sinnesorgane und der Mundöffnung den Kopf darstellen, folgt ein Abschnitt, welcher die Hauptlocomotionsorgane trägt, während der letzte sich durch den Besitz bedeutend vereinfachter gegliederter Anhänge auszeichnet. Ist auch hierdurch die Gleichheit der Segmente schon wesentlich gestört, so wird die Deutung der einzelnen Abschnitte doch erst durch die Formen ermöglicht, bei denen die specifische Veränderung einzelner Segmentgruppen den höchsten Grad erreicht hat und zu welchen jene Differenzirungen Übergänge darstellen. Der Insectenleib zerfällt nämlich, wie der der Crustaceen, in einzelne Segmentgruppen, von denen die erste sich wieder als Kopf charakterisiert. Sie ist durch den Besitz von drei Paar, Mundorgane darstellender, gegliederter Anhänge ausgezeichnet. Auf diese folgt die die Hauptlocomotionsorgane tragende mit gleichfalls drei Paar Anhängen, der Thorax, auf diese endlich das bei Insecten und Arachniden fusslose Abdomen. Jedoch entspricht dies Abdomen nicht jenem letzten, bei Crustaceen mit einfacheren Anhängen versehenen Hinterleib. Die Scorpione besitzen hinter dem fusslosen

1) Vergl. über die Arthropoden im Allgemeinen den classischen Aufsatz von *Erichson*, über zoologische Charaktere der Insecten, Arachniden und Crustaceen, in dessen Entomographien, 1. Heft. Berlin 1840. p. 1 flgde.

Digitized by Google

Abdomen noch einen gleichfalls fusslosen, aus mehreren Segmenten gebildeten Abschnitt, das Postabdomen, und dieses entspricht dem der Crustaceen. In dem mittleren, die Gangbeine tragenden Abschnitt der letzteren wird daher das bei Insecten und Arachniden fusslose Abdomen zu finden sein. In Bezug auf die Fussanhänge des Thoracalabschnittes lässt sich nun folgende Formenreihe nachweisen. Bei den Crustaceen sind dieselben Mundorgane (Kieferfüsse), die Kopfanhänge unterstützend, bei den Insecten stellen dieselben die Gangbeine dar ohne Beziehung zu den Kieferpaaren; bei den Arachniden endlich ziehen sie sich, wenn ich so sagen darf, noch weiter vom Munde zurück, indem sie das hinterste Paar der Kopfanhänge in ihren Formenkreis aufnehmen. Zu den drei Fusspaaren der Insecten tritt hier noch das vierte vordere. — Schon aus dieser nur die äussere Form und das Gesammtbild der Arthropoden wiedergebenden Darstellung ergibt sich die Vermuthung, dass diese äusseren Verhältnisse mit Organisationsveränderungen innig zusammenhängen werden (s. den nächsten Paragraph).

Wenn es bei den Arthropoden leicht war, die äussere Form derselben auf gewisse constante Verhältnisse zurückzuführen, so ist diese Aufgabe ungleich schwerer in Bezug auf die **Mollusken** zu lösen[2]), da die zu dieser grossen Classe gehörenden Thiere nicht bloss auf sehr verschiedenen Stufen der organologischen Differenzirung stehen, sondern selbst ihre Entwickelung, welche sonst zum Verständnisse individueller Formen die beste Führerin ist, uns hier scheinbar auf keine Einheit im organischen Plane führt, sondern zu mehreren, in mancher Beziehung von einander abweichenden Plänen. Halten wir uns hier daher vorläufig an die entwickelten Formen, so ergibt sich zunächst, dass auch bei ihnen die seitlich symmetrische Anordnung der Organe vorherrscht, welche jedoch in vielen Fällen durch ungleichmässiges Wachsthum einzelner, untergeordneter, Theile gestört wird, dagegen in allen Abtheilungen in zweifellosen Fällen nachzuweisen ist. Als ferner den Mollusken eigenthümlich stellt sich dann heraus, dass bei ihnen nirgends eine Wiederholung gleichwerthiger Körperabschnitte auftritt, sondern der ganze Leib gedrungen, massig erscheint; nur findet sich, durch die seitliche Symmetrie bedingt, eine Verdoppelung gewisser Theile, welche jedoch häufig auf Bauch- und Rückenfläche zu unpaaren Organen verschmelzen. Dagegen findet sich hier zuerst ein scharfer Unterschied zwischen der die

2) Vergl. hier besonders *Rud. Leuckart*, Über die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. 1848.

Digitized by Google

Haupteingeweidemasse tragenden Rückenfläche und der durch besondere organologische Verhältnisse ausgezeichneten Bauchfläche. Die Rückenfläche enthält in einer Verdoppelung der äusseren Haut, dem sogen. Mantel, die Organe der Ernährung und Fortpflanzung. Die Bauchfläche ist in allen höher entwickelten Formen durch den Besitz zweier Gebilde ausgezeichnet, von welchen das eine seinen Namen der ihm in vielen Fällen zukommenden Function verdankt, während das andere überall wenigstens die Mundöffnung, zuweilen das Centralnervensystem trägt. Es sind dies Fuss und Kopf. Am leichtesten sind diese Verhältnisse bei den Cephalophoren und vielen Acephalen nachzuweisen. Den Rücken nimt die Mantelhöle ein, welche entweder nackt, oder mit einer einfachen, spiralig gewundenen oder seitlich symmetrischen doppelten Schale bedeckt, den Eingeweideknäuel aufnimt; an der Bauchfläche zeichnet sich leicht der zuweilen von eigenthümlichen Lappen umgebene Kopf und der platte oder seitlich comprimierte Fuss aus. Eine den Acephalen eigene Modification tritt dadurch ein, dass der Mantel seitlich verlängert wird und sich über die Seiten der Bauchfläche vorhangartig herablässt, während der Kopf und Fuss allmählich verkümmern. Eine fusslose Acephale hat daher vorn zwischen den Mantellamellen den Mund, oben an der Verbindungsstelle der Schalen den Eingeweideknäuel, hinten den After, unten die die Kiemen enthaltende Verlängerung des Mantels, welcher häufig theilweise oder ganz an der Bauchfläche zu einem geschlossenen Sacke verwächst. An dies Bild schliessen sich zunächst die Tunicaten an, besonders die frei schwimmenden Salpen, bei denen die ungebührliche Weite der Mantel-(Kiemen-)Höle die Deutung der einzelnen Verhältnisse nur wenig erschwert [3]). Schlimmer steht es allerdings mit den übrigen, den Ascidien; doch ist auch hier die Erklärung der Form aus der der Acephalen nicht unmöglich. Wie bei diesen die Rückenfläche durch die Verbindung der Schalen ausgezeichnet war, so bezeichnet hier der Befestigungspunkt des Thieres seine obere, die Eingeweidemasse enthaltende Seite. Das Unten bezeichnet die hier, mit Ausnahme von Pyrosoma [4]), einen vollständig geschlossenen Sack darstellende Kiemenhöle, deren

---

3) Über die auffallende Lage des Nervensystems bei den Tunicaten s. das dritte Buch.

4) s. *Rupert Jones* Artikel Tunicata in *Todd's Cyclop. of Anat. Vol. IV. p.* 1227. 1228. Pyrosoma ist überhaupt äusserst instructiv für die Morphologie der äusseren Form der Tunicaten, da es, wie die Salpen, diametral entgegenstehende Öffnungen hat.

Digitized by Google

zu der Mundöffnung leitender Eingang das Vorn, die Cloaköffnung das Hinten bezeichnet. Wie manche Acephalen sich mit ihrem oberen Schlossrande der Schalen in den weichen Grund des Meeres einwühlen, so stecken in gleicher Lagerung die zusammengesetzten Ascidien in ihrer gemeinsamen äusseren Mantelmasse. — Um auch die Körperform der Cephalopoden auf die gemeinsame Molluskenform zurückzuführen, ist es nöthig, noch einmal an die der Cephalophoren zu erinnern und dann an ihre Entwickelung anzuknüpfen. Es fand sich dort am Rücken der Mantel, an der Bauchseite vorn der Kopf mit den Kopflappen, hinten der Fuss. Zu erwähnen ist ferner, dass schon bei manchen Cephalophoren der Fuss in seitliche Lappen verlängert ist, dass also dieses sonst unpaare Gebilde eine seitlich symmetrische Spaltung erleidet, welche bei den Cephalopoden nun noch weiter geht und dessen embryonale Duplicität bedingt. Entsprechend diesem allgemeinen Plane, geht die Entwickelung des Cephalopodenkörpers vor sich. Auf dem Rücken erhebt sich zunächst der Mantel, zu dessen Seiten näher dem Dotter (der Bauchseite) vorn die Anlage der Augen mit den Kopflappen auftreten[5]), zwischen welchen nach vorn der Mund entsteht. Dem Fusse gehören die Trichterhälften und die hinteren Kopflappen[6]) an, dann aber noch besonders die den Cephalopoden eigenthümlichen Arme, welche ursprünglich ziemlich weit nach hinten liegen, die Afteröffnung zwischen sich nehmend. Allmählich, wenn sich der Embryo von dem Dotter abhebt, rücken sie nach vorn und umgeben die Mundöffnung. Am erwachsenen Cephalopodenkörper gehören die Arme, Kopf und Trichter der Bauchfläche, der Mantel mit der Schale der Rückenfläche an, und zwar entsprechen die Arme, die untere Hälfte des Kopfes und der Trichter dem Fusse, die obere, die augentragende Hälfte des Kopfes den Kopflappen der Cephalophoren. Besonders eigen ist daher den Cephalopoden die bedeutende Entwickelung der (bei vielen Cephalophoren nur während der Embryonal- oder Larvenzeit als Segellappen vorhandenen) Kopflappen

5) Hintere Kopflappen *Kölliker's*. Da *Kölliker* selbst die Deutung des Cephalopodenplanes nicht versucht hat (Entwick. d. Cephalop. p. 170), müssen wir uns wenigstens an dessen Darstelludg der Entwickelung dieser Thiere halten.

6) Vordere Kopflappen *Kölliker's*. Da jedoch die Lage der Mundöffnung gewiss überall das Vorn eines Thieres bezeichnet, so sind die hinteren Kopflappen *Kölliker's* die vorderen. *Kölliker's* vordere Kopflappen (*h* in seinen Figuren) schliessen sich auch zunächst an den Trichter an (vergl. z. B. Taf. III. Fig. XXVIII. in *Kölliker's* Werk, ferner Taf. IV. Fig. XXXVII.), während seine hinteren eine Zeit lang allein die Mundöffnung begrenzen (Taf. II. Fig. XIX. XX. XXI.).

und die eigenthümliche Bildung des Fusses. — Über die typische Bedeutung des Brachiopodenkörpers liegen nur wenig Angaben vor, welche ich nach der Anschauung von zwei Terebrateln leider nicht erweitern kann. Sicher scheint nach der Lage der Mundöffnung, dass die zwei Schalen der vorderen und hinteren Fläche (nicht den Seiten) entsprechen. Wie sich mit dieser eigenthümlichen Reduction des Längendurchmessers die einzelnen Theile des Körpers verhalten, ist noch ungewiss. Sehen wir hier von den noch nicht völlig aufgeklärten Verhältnissen der Brachiopodenform ab, so ergibt sich für die Mollusken allgemein, dass sich an ihrem Körper ausser der seitlichen Symmetrie bestimmte, auf einzelne Organsysteme zu beziehende Theile besonders ausbilden. Dieselben werden jedoch bei den niederen Formen höchstens als Rudimente nachgewiesen, indem es hier noch keine morphologisch geschiedenen Theile, sondern mehr functionell erkennbare Gegenden des Körpers sind, welche jenen entsprechen. Eine vegetative Wiederholung einzelner Theile im Sinne *Owen's* findet nicht statt, dagegen lässt sich das Gesetz der vegetativen Gleichheit insofern bei ihnen nachweisen, als der ursprünglich einfache Körper allmählich in mehrere, einer functionellen Spaltung entsprechende morphologisch gesonderte Abtheilungen zerfällt. Von dem Würmer- und Arthropodenbau weicht die Form der Mollusken besonders noch dadurch ab, dass bei dieser die, in den Segmenten jener vorhandenen Organe äusserlich morphologisch differenziert werden, ohne irgend eine andere Wiederholung gleichartiger Theile, als die durch die seitliche Symmetrie bedingte.

Gewissermaassen eine Combination beider finden wir im äusseren Bau der **Wirbelthiere**. Wie bei den Arthropoden, sehen wir hier den Körper aus einzelnen, vollkommen seitlich symmetrischen Segmenten zusammengesetzt, welche jedoch in einer innigeren Beziehung zu einander stehen als dort; wir finden aber gleichzeitig, dass diese Segmentirung nicht alle Systeme gleichmässig trifft, dass vielmehr entsprechend gewissen Systemgruppen der Körper, wie der der Mollusken in einzelne zunächst functionell zu charakterisierende Abtheilungen zerfällt. Entsprechend den beiden Äusserungsweisen des Gesetzes der vegetativen Gleichheit ist bei den Wirbelthieren eine doppelte Beziehung der Verschiedenheiten in der Gesamtform nachzuweisen. Während wir nämlich bei den Fischen finden, dass die einzelnen, hinter einander liegenden Segmente des Körpers eine nur in den höheren Formen getrübte Gleichwerthigkeit besitzen, ist die Hauptmasse ihrer Organe in eine gemeinschaftliche Höle eng zusammengedrängt, welche gleichfalls nur in höher organisierten Abthei-

Digitized by Google

lungen gestreckter wird und Andeutungen eines Zerfallens in zwei erhält. Wie jedoch schon innerhalb der Classe der Fische einzelne Segmente durch Entwickelung ihrer centralen oder peripherischen Theile eine specifische Selbständigkeit erlangen, so sehen wir bei allen höheren Gruppen der Wirbelthiere mit einer allmählichen Fixirung der Zahl auch eine für bestimmte Segmente fixierte Ausbildung derselben auftreten, und Hand in Hand mit dieser sondern sich die ursprünglich in einer engen Höle gelegenen Organe in mehrere gleichfalls beständige Gruppen, deren Lagenverhältnis wichtige morphologische Charaktere für einzelne Abtheilungen darbietet. Mit dieser Sonderung treten übrigens noch Einrichtungen auf, welche ausser der seitlichen Symmetrie noch eine hintere und vordere andeuten, obgleich die einzelnen hierauf bezüglichen Punkte nicht so scharf ausgeprägt sind, als die seitliche. Eine Symmetrie zwischen oben und unten, wie man sie wol auch zu finden geglaubt hat, existiert nur an einzelnen Systemen, sie wird aber, wie bei den Arthropoden, durch das Auftreten morphologisch differenzierter Theile an einer von beiden Seiten im Allgemeinen wesentlich gestört.

Es greift diese Betrachtung der äusseren Körperform der einzelnen Classen vielfach in die Erörterung ihrer gesammten morphologischen Charakteristik; für weitere Ausführung des hier Angedeuteten muss daher auf das dritte Buch verwiesen werden. Es konte jedoch diese kurze Übersicht nicht gut vermieden werden, wenn die folgende Darstellung der Entwickelung der einzelnen Classen nicht durch eine Beschreibung der Architektonik jeder derselben ungebührlich ausgedehnt werden sollte.

§. 30.

Ist es schon an und für sich gerechtfertigt, die äussere Gesammtform der Thiere einer besonderen Betrachtung zu unterwerfen, da uns dieselbe die eine wesentliche Seite der Thierform überhaupt darbietet, so wird sie durch gleich zu besprechende Verhältnisse noch bedeutungsvoller. Wie wir nämlich schon früher sahen, dass das Auftreten gewisser Organe nothwendig das Vorhandensein anderer bedingte, so ergibt sich aus weiter fortgesetzten Betrachtungen, dass eine besondere Modification eines Systems eigenthümliche organologische Veränderungen in allen übrigen zur Folge oder zur Begleitung hat, dass eine bestimmte morphologische Anordnung eines Theiles der thierischen Organisation eine entsprechende Bildung in dem anderen mit sich bringt. Es ist dieser gegenseitige Einfluss der Veränderungen der verschiedenen Organsysteme besonders durch *G. Cuvier* hervor-

Digitized by Google

gehoben worden[1]) und nach ihm nennt man das sich hierauf gründende Gesetz das der Correlation der Theile. Weit entfernt jedoch, die Vielseitigkeit der hierbei concurrirenden Verhältnisse überallhin zu verfolgen, hat man sich meist mit der Annahme dieses Gesetzes, für welches allerdings die Beweise näher als für viele andere liegen, begnügt. Es ist jedoch von grossem Interesse, die specielleren Umstände, welche sich an das allgemeine Gesetz anschliessen, näher zu würdigen, da, wie wir sehen werden, die Systematik zum grossen Theile auf ihm beruht. Zunächst ergibt sich hier, dass, wie die Veränderungen eines Systems entsprechende in anderen veranlassen, so auch die äussere Gasammtform der Thiere in engster Beziehung zu ihrer Organisation steht, dass man also, ist einmal durch Induction der Zusammenhang gewisser äusserer Formen mit einer bestimmten Organisation nachgewiesen, sicher von einer äusserlich sich bietenden Erscheinung auf eine sie begleitende innere schliessen darf. Es ist schon hier ersichtlich, dass diese allgemeine Form von grossem Einflusse auf die Beurtheilung der systematischen Stellung eines Thieres ist. Jedoch würde man wol zu weit gehen, wollte man nur jede, noch so unbedeutende Schwankung des äusseren Verhaltens ohne Weiteres auf entsprechende Abweichungen des inneren Baues beziehen; es stellte sich hier vielmehr heraus, dass diese allgemeine Übereinstimmung wesentlich, jedoch ganz constant in einem bestimmten Sinne, durch den Classentypus in jeder einzelnen Classe modificiert wird, und dass, obschon dieselbe bis auf die Species verfolgt werden kann, mit der abnehmenden Schärfe der diese letzteren unterscheidenden Merkmale auch die Übereinstimmung zwischen äusseren Unterschieden und inneren Organisationsveränderungen unsicherer wird. Ausserdem lässt sich jedoch wieder nachweisen, dass der letzterwähnte Umstand in einer constanten Weise in verschiedenen Classen verschieden sich gestaltet.

Was zunächst den Einfluss des Classentypus auf die Correlation der Theile betrift, so hängt derselbe grossentheils mit der physiologischen Dignität der betroffenen Theile zusammen, welche sich in einzelnen Classen verschieden herausstellt. Wo z. B. die äussere Haut kaum etwas mehr darstellt, als die von dem übrigen Körperparenchym einigermaassen histiologisch differenzierte Bedeckung, werden an derselben auftretende morphologische Modificationen nur in geringerer Weise auf innere schliessen lassen. Anders in den Fäl-

1) *Influence mutuelle des variations dans les divers systèmes d'organes. Leçons d'anat. comp. I. 2. éd. p. 48.*

Digitized by Google

len, wo der Haut noch andere Functionen ertheilt sind, wo entweder Anhangsgebilde derselben mit der Function der Ernährung oder mit Sinnesthätigkeiten zusammenhängen, oder wo die Haut selbst ein Sinnesorgan oder dergl. darstellt. In letzterem Falle werden wir vielmehr berechtigt sein, Veränderungen in der Morphologie derselben auf innere Modificationen zu beziehen. Allgemein lässt sich hier bemerken, dass mit der morphologischen Sonderung einzelner Systeme auch deren Zusammenhang mit anderen im Körper auftretenden Veränderungen inniger wird, dass also, je grössere Selbständigkeit einzelne Theile eines Thieres erreichen, desto sicherer von ihrer Morphologie auf die der anderen geschlossen werden kann.

In Betreff jenes anderen Umstandes, dass die Correlation schwankend wird mit der abnehmenden Schärfe der specifischen Kennzeichen, so hängt dies, wie leicht zu sehen ist, mit der für die Systematik so wichtigen Frage nach dem Werthe einzelner Merkmale zusammen. Als allgemeine Norm lässt sich hier nur anführen, dass, je grösser die morphologische Complication einer Thierclasse ist, desto weniger jene Unsicherheit fühlbar wird, und dass morphologische Erscheinungen sicherer als auf innere Verschiedenheiten sich beziehend angenommen werden dürfen, als Farbe, Consistenz, Oberflächenbeschaffenheit u. s. w. Indessen ist hierbei wol zu berücksichtigen, dass noch zu wenig auf diesen Punkt gerichtete vergleichende Untersuchungen vorliegen, um die verschiedenen Formen jenes, sich allgemein stets bewahrheitenden Gesetzes genauer formuliren zu können. Obschon natürlich in einzelnen Fällen nur eine sorgfältige Induction die Schwierigkeiten zu lösen im Stande ist, so fordern doch viele Fälle zu einer genauen Revision der hierbei stattfindenden Verhältnisse auf [2]).

Der Zusammenhang der Organisation mit der äusseren Gestalt stellt jedoch, schon nach der oben gegebenen Erklärung, nur einen, wenn auch weitaus den wichtigsten Fall der Verwerthung des Correlationsgesetzes dar. Nach demselben stehen sämtliche Organe untereinander in einer ähnlichen Art von Bedingungsverhältnis, und zwar nicht bloss in Bezug auf ihr erstes Auftreten in der Thierreihe überhaupt, sondern auch in Betreff ihres speciellen morphologischen Verhaltens. Es liegt demselben die Einheit der Wirkung sämtlicher

2) Ich erinnere nur z. B. daran, dass bei den Coleopteren in einzelnen Familien die Structurverhältnisse entscheidend sind, Farbe dagegen sich als zufällig erweist, während umgekehrt in anderen die Farbe das wichtigere, Structurverschiedenheiten überdauernde ist.

Digitized by Google

Organe zu Grunde. Wie daher jedes derselben ein Glied in der functionellen Kette des Lebensprocesses bildet, so steht auch seine specielle Morphologie mit der aller übrigen im engsten Zusammenhange. Auch hier finden Beschränkungen oder wenigstens Modificationen des Gesetzes statt, welche sich jedoch genau an die schon vorhin erwähnten anschliessen; auch hier influenziert der Classentypus auf die specielle Correlation, auch hier modificiert der Grad der Complexität des thierischen Baues die Übereinstimmung zwischen seinen einzelnen Gliedern.

Vergl. noch das dritte Buch. Ausführlichere Erörterungen über das Gesetz der Correlation der Theile gehören, wie die Auseinandersetzung des Begrifs der thierischen Verwandtschaft, den einleitenden Betrachtungen zur systematischen Zoologie an.

Fünftes Capitel.

Über die dreifache Complication des thierischen Baues.

§. 31.

Seit *Schwann* durch seine in Bezug auf die Auffassung der thierischen Organe eine neue Wendung bezeichnenden Untersuchungen den ersten Nachweis gegeben hatte, dass sich trotz aller Functions- und äusserer Formverschiedenheiten derselben ein ursprünglich für alle gleicher Bau vorfände, seit durch *Kölliker's* und *Reichert's*, von verschiedenen Thierclassen ausgehenden Arbeiten die Entwickelung der die Organe constituirenden Gewebe aus gleichartigen Elementargebilden angedeutet war, konte eine Übersicht über die verschiedenen Stufen der morphologischen Complication der Thiere nicht eher unternommen werden, als bis jene Gleichartigkeit der elementaren Zusammensetzung in einer von jenen Forschern zuerst bezeichneten, durch neuere Detailuntersuchungen immer mehr und mehr gesicherten Ausdehnung dargelegt wurde. Ich habe in den vorangegangenen Blättern einen Überblick über die wichtigsten hier auftretenden Verhältnisse zu geben versucht. An diese Darstellung der elementaren Gleichartigkeit, welche gewissermaassen die Complicationsverhältnisse nicht der Thiere, sondern deren Theile entwickelte, schloss sich zunächst eine Betrachtung der Gesetzmässigkeit und der Beziehungen der Gesammtform des Thierkörpers. Nach der früher gegebenen Auf-

Digitized by Google

fassung der thierischen Form, wie ich sie den morphologischen Erörterungen zu Grunde legen zu müssen geglaubt habe, gehört daher das bis jetzt Besprochene dem einen Theile jenes Begrifs an, nämlich der Gesammtform des Thieres und seinen Elementartheilen. Es bleibt nun noch die Darstellung der das Auftreten einzelner Organe in bestimmten Thierclassen und deren Lagerungsverhältnis untereinander umfassenden Seite der Morphologie übrig, welche die organologische, speciell morphologische Complication des thierischen Baues zum Gegenstande hat.

Ich deutete an, dass sich eine dreifache Complication im Baue der Thierkörper erkennen lasse. Zunächst ist allen drei Formen derselben gemeinsam, dass sie ein Differenziren des anfangs einfacheren Baues in die zusammengesetztere Form darstellen. Es zeigt sich ferner bei allen, dass die allmählich auftretenden Veränderungen an Formen vor sich gehen, welche ausser der durch ihre gleiche Elementarzusammensetzung bedingte noch eine anderweite Gleichartigkeit besitzen. Auf der Natur dieser die Complicationen erkennen lassenden Grundlage beruht die Verschiedenheit der Form jener. Dieselbe stellt nämlich im ersteren Falle ein durch alle Formveränderungen gleichbleibendes materielles Substrat dar. Dasselbe ist, als Einzelwesen, als Individuum aufzufassen. Die an ihm auftretenden Differenzirungen werden continuirlich in einander übergehen, sie werden eine Reihe darstellen, welche man als Entwickelungsreihe zu bezeichnen gewöhnt ist. Die Untersuchungen, welche diese erste Form der Complication zum Object haben, werden daher die Bildungsgesetze der Individuen, eine vergleichende Entwickelungsgeschichte, anstreben.

Im anderen Falle lassen sich die allmählichen Veränderungen nicht mehr auf materielle Gleichheit der Grundlage reduciren. Wir sehen aber die vollständig entwickelten Individuen und die durch diese gebildeten Arten und Gattungen selbst wieder in ähnliche, häufig allerdings noch mehr oder weniger unterbrochene Reihen sich ordnen, deren Glieder wir als zu je einer Reihe gehörig durch die in allen mehr oder minder deutlich nachweisbare Gleichartigkeit ihrer allgemeinen morphologischen Verhältnisse erkennen. Durch diese, bestimmten Formen constant eigene, anderen nicht zukommende morphologische Zusammensetzung wird uns der Begrif des Organisationsgesetzes bestimmter Classen gegeben, und dieses bildet die Grundlage, auf welcher sich die allmählichen Differenzirungen erheben. Es hat also eine Übersicht über die Complicationsverhältnisse der zweiten Form die Bildungsgesetze der Classen, ver-

Digitized by Google

gleichende Anatomie im engern Sinne, eine Morphologie der Typen zu geben.

Es wird sich jedoch eine wissenschaftliche Behandlung der thierischen Morphologie nicht mit Formulirung der gesonderten, den verschiedenen Classen eigenen Bildungsgesetze beruhigen können. Eine genaue Beobachtung ergibt nämlich, dass auch zwischen diesen ein Zusammenhang nachzuweisen ist. Es wurde schon oben erwähnt, dass selbst die scheinbar so getrennt sich haltenden Typen der strahligen und bilateralen Symmetrie unmerklich in einander übergehen. Auf ähnliche Weise ist es möglich eine Reihe ziemlich stätig durch die Bildungsgesetze der Classen zu verfolgender Veränderungen zu finden, welche sich jedoch hier natürlich nur auf das allgemeine Auftreten bestimmter Organe in einzelnen Bildungstypen und auf eine in der einfachsten Form eines jeden Typus ausgesprochene Gesetzmässigkeit der Lagerung und deren allmähliche Veränderung beschränken kann. Die Darstellung dieser letzten Form der Complication des thierischen Baues wird daher die allgemeinsten, beim Aufbau des Thierkörpers auftretenden Verhältnisse schildern, um hieraus die allgemeinste Gesetzlichkeit der Form der Thiere andeuten zu können.

In diesen drei Formen ist die allgemeine Behandlungsfähigkeit der thierischen Morphologie erschöpft. Alle innerhalb der einzelnen Classen auftretenden Erscheinungen, welche von dem Kreise äusserer Verhältnisse, in welchem das Thier zu leben bestimmt ist, abhängen, kehren stets in das Bildungsgesetz der Classe zurück, wenn auch die Entwickelungsgeschichte solcher scheinbar abweichender Formen erst den entschiedenen Nachweis zuweilen liefert.

Was die Form der Darstellung dieser drei Beziehungsweisen anlangt, so scheint eine Wiederholung durch die gesonderte Betrachtung der Entwickelungsgeschichte und der Bildungsgesetze einer Classe bedingt zu sein. Indessen muss dagegen bemerkt werden, dass sich das letztere, der Classentypus, zwar durch die embryonale Anlage des Thierkörpers ausspricht, jedoch seine vollendete Form erst in dem vollständig entwickelten Thier nachweisbar wird. Während daher die Entwickelungsgeschichte die Veränderungen des befruchteten Eies in den Classentypus verfolgt, wird letzterer erst an den als fertig gegeben zu betrachtenden Classen selbst nachgewiesen.

Wurde auch manches auf die allmähliche Complication des Thierreichs im Allgemeinen Bezügliches in der anfangs gegebenen Übersicht der einzelnen Organe und Systeme angedeutet, so ist es doch leicht ersichtlich, dass eine, natürlich äusserst vorsichtig anzu-

Digitized by Google

stellende Untersuchung über das sich dabei zeigende Gesetzliche erst nach der Kenntnisnahme von der gesetzlichen Form der Individuen und der einzelnen Classen angestellt werden kann. Es erfordert diese letzte Betrachtungsweise um so mehr Vorsicht, als dieselbe erst an die, gewissermaassen abstracten Bildungsgesetze der Classen anknüpfen und auf diese sich stützen kann.

§. 32.

Es wurde im Vorigen öfter der Ausdruck „niedere und höhere" Thiere gebraucht. Absichtlich wurde der von Manchen für synonym gehaltene der vollkommenen und unvollkommenen vermieden, da der letztere ein uns nicht zustehendes Urtheil über die etwaige Vollkommenheit eines Theils der Schöpfung involviert. Die erstere Redeweise schliesst an das Bild der in einer aufsteigenden Reihe angeordneten Thierwelt an, in welcher gewisse Formen über gewissen anderen stehen. Da die hieraus folgende Bezeichnung des niedrigen und höheren manche Zweideutigkeiten zulässt, glaube ich noch einige Worte über ihre Bedeutung beifügen zu müssen.

Van der Hoeven nennt die Thiere vollkommene, welche durch die Menge und die Vortrefflichkeit ihrer Functionen und durch den zusammengesetzten Bau ihrer Organe dem Menschen nahe stehen [1]). Abgesehen davon, dass diese Erklärung an die durch die Bildungsgesetze selbst erst scheinbar nachgewiesene Superiorität des Menschen anknüpft, schliesst sie Manches ein, was wol einer andern Auslegung fähig wäre. Sie legt nämlich die Menge und Güte der Functionen und Organe zu Grunde. Da wir wol überzeugt sein können, dass mit Ausnahme einiger Specialeinrichtungen der Kreis von Functionen, welcher das Leben constituiert, in dem Körper eines niederen Thieres ebenso vollständig ausgeführt wird, als in dem der höheren, so liegt der Gedanke nahe, dass man nicht die letzteren, denen zur Ermöglichung bestimmter Functionen gewisse, ausschliesslich für diese gebildete Organe zu Gebote stehen, die vollkommneren nennen kann, da die Thiere, denen die specialisierten Organe fehlen, genau denselben Kreis von Functionen mittelst unendlich einfacherer, daher mit viel mannichfacheren Kräften ausgestatteter morphologischer Einrichtungen erkennen lassen. Hiernach würden gerade umgekehrt die Thiere, welche trotz ihres einfachen Körpers doch ebenso vollständig zu leben im Stande sind, wie die complicierter gebauten die vollkommneren genannt werden müssen. Der functionelle Werth be-

1) Handb. d. Zool. nach d. 2. holl. Ausg. I. p. 28.

Digitized by Google

stimmter organologischer Einrichtungen wird daher keinen Maassstab zur Beurtheilung des niederen oder höheren Standes eines Thieres abgeben können. Dagegen gibt uns die Menge der einen Organismus bildenden differenzierten Systeme einen unverfänglicheren Maassstab an die Hand. Es darf jedoch hier wieder eben sowenig von unvollständiger und vollständiger Organisation gesprochen werden, da der Begriff der Vollständigkeit ein künstlicher, nirgends zu beweisender ist, dem auch dieselben Einwürfe gemacht werden können, wie dem der Vollkommenheit. Diejenigen Thiere daher, welche bei gleicher Lebensfähigkeit eine geringe Differenzirung ihres Körpers in einzelne Organe und Systeme zeigen, werden wir als einfacher, diejenigen, bei denen für die sich specieller entwickelnden Functionen specielle Organe auftreten, als zusammengesetzter organisiert ansehen dürfen. Da es nun auf der anderen Seite eben sowenig Anstoss erregen dürfte, wenn wir uns das ganze Thierreich in einer Art graphischer Darstellung als eine Reihe bildend vorstellen, in welcher die zusammengesetzter organisierten Formen auf höheren Stufen der die Zusammensetzungsgrade darstellenden Leiter stehen, so können wir unter diesen Voraussetzungen die einfacheren Formen auch als niedere, die zusammengesetzteren als höhere bezeichnen, wobei jedoch ausdrücklich bemerkt werden muss, dass diesen Ausdrücken keine Beziehung zu functionellen Werthen beizulegen ist. Sprechen wir daher von niederen Thieren, so sind diejenigen Formen darunter verstanden, welche bei gleicher Lebensenergie eine geringere Zahl morphologisch differenzierter Organe erkennen lassen und umgekehrt.

Diese für eine allgemeine Betrachtung des ganzen Thierreichs geltende Bedeutung jener Ausdrücke trift bei diesen zunächst die Bildungsgesetze grösserer Gruppen, und das Urtheil über die grössere Einfachheit oder differenziertere Zusammensetzung, also über den Stand des ganzen Typus in jener Reihe wird hier von den Formen abgenommen werden müssen, welche den innerhalb eines Typus nur möglicherweise auftretenden höchsten Grad der Zusammensetzung zeigen, da durch dieselben, wenn auch die Zahl der einfacher organisierten Formen noch so gross ist, doch der Beweis gegeben ist, dass der in Rede stehende Typus einer solchen Zusammensetzung fähig ist, was für seine Stellung entscheidet. Dieselbe Anwendung erleiden dann diese Bezeichnungen bei Beurtheilung des Standes einzelner Formen innerhalb grösserer Gruppen.

Digitized by Google

ZWEITES BUCH.

Bildungsgesetze der Individuen.

Vergleichende Entwickelungsgeschichte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sechstes Capitel.

Die thierischen Individuen und ihre verschiedenen Formen.

§. 33.

Die Erscheinungen der verschiedenen Lebensformen in der Thierwelt sind überall an bestimmte, morphologisch sich gesondert darstellende materielle Grundlagen geknüpft, welche eben die Thierkörper bilden und die man unter gewissen Voraussetzungen Individuen nennt. Betrachtet man das Thierreich im Ganzen, hebt man nicht einzelne Formen zur gesonderten Besprechung heraus, so erlangt der Begriff dieser Individuen dadurch noch eine besondere Bedeutung, als sie die Träger der, wenn auch durch die gleichartige Fortpflanzung von der Natur gegebenen, doch gegenüber der realen Existenz der Individuen abstracten Art sind. Es wird daher von Wichtigkeit, den Begriff des Individuum schärfer zu begrenzen. Fasst man die Art als ein organisches Wesen auf und sucht die in den Kreis ihres Lebens fallenden Functionen zu bestimmen, so tritt uns hier nur die Selbsterhaltung entgegen, welche sich als die Fortpflanzung der die Art bildenden Individuen gegeben zeigt. Es würden nun Thiere, welche sich nicht fortzupflanzen vermögen, gar keine Beziehung zur Art haben, wenn nicht die materielle Grundlage ihres Körpers die Bedingungen enthielte, zu irgend einer Zeit oder unter gewissen Bedingungen dieser Fortpflanzung fähig zu werden. Repräsentanten der Art sind daher im strengen Sinne nur die geschlechtlich differenzierten Thierformen. Die übrigen stehen nur in einer verschiedenen Beziehung zu diesen fortpflanzungsfähigen. Sie enthalten nämlich entweder die morphologischen Bedingungen eines später möglichen Auftretens der Vermehrung, oder einzelne, vorzugsweise zur Fortpflanzung bestimmte Formen werden durch andere, nie den Grad der Geschlechtsreife erlangende in der Entwickelung des Fortpflanzungsprocesses vegetativ unterstützt. Hierdurch entsteht

Digitized by Google

eine Vertheilung verschiedener Functionsgruppen an bestimmte Thiere[1]); man unterscheidet verschiedene Formen der Individuen. Ehe nun zu einer Betrachtung dieser geschritten werden kann, ist es nöthig, überhaupt zu untersuchen, was als Individuum zu bezeichnen sei. Halten wir uns streng an den Wortsinn, so würde eine in sich abgeschlossene, untheilbare organische Einheit, welcher wir wegen des Zusammenwirkens ihrer einzelnen Organe ein eigenes Einzelleben zuschreiben können, ein Individuum darstellen. Zunächst treten jedoch hier zwei Beziehungen auf, welche eine erste Berücksichtigung verdienen. Man kann nämlich ein Individuum theils nur nach seiner eigenen Lebensfähigkeit beurtheilen, theils nach seiner Entstehung. Was das erste betrift, so geben uns viele der niederen Thierformen den Beweis, dass zur Constitution einer Individualität nicht die Vereinigung jener drei Functionsgruppen (Erhaltung seiner selbst, Erhaltung der Art, Beziehung zur Aussenwelt) durchaus nöthig ist; zweifellos nimt man geschlechtslose, geschlechtlich entwickelte Individuen an. Es entspricht jedoch diese Vertheilung der einzelnen Functionen an einzelne Individuen nicht einer Spaltung eines Individuum in mehrere Organe, als die einem solchen Individuum übergebene Functionsgruppe von einer sich an den Haupttypus der Gattung oder Art anschliessenden äusseren Form getragen wird. Ein Individuum wird daher stets ein morphologisch fest begrenztes Wesen sein. Es tritt hier noch eine wichtige Complication auf. Wie nämlich die mit einzelnen Functionen beauftragten Individuen in einem durch jene Einheit aller dieser letzteren bedingten Zusammenhange stehen, so kann derselbe in vielen Fällen ein innigerer werden, indem die einzelnen Individuen sich gemeinschaftlich an einem Stocke entwickeln, durch den sämtliche Einzelthieren mit einander in materieller Verbindung stehen. Hiervon wird später noch die Rede sein. Was die Beziehung zur Entwickelung anlangt, so liegt zunächst der Gedanke nahe, das Resultat der Entwickelung eines Eies als Individuum zu nehmen. In diesem Sinne ist dieser Begriff aufzufassen, wenn es sich darum handelt, die Gesetzmässigkeit der Form des Individuum nachzuweisen, die durch die Entwickelung desselben deutlich wird. Es tritt jedoch häufig eine Vermehrung der materiellen Grundlagen während der Entwickelung auf, so dass nun eine Mehrzahl von Einzelwesen zu einem Individuum gehören würde. Hierbei ist zu bemerken, dass es für die Mor-

1) Eine Arbeitstheilung, wie es *R. Leuckart* nennt. Vergl. dessen Schrift: Über den Polymorphismus der Individuen. Giessen 1851.

Digitized by Google

phologie der Einzelindividuen ganz irrelevant ist, ob es sich gleichzeitig mit mehreren aus einem Ei entwickelt; dagegen steht dies in Beziehung zur Erhaltung der Art durch Production zahlreicherer Individuen. Bei Beurtheilung der Art muss daher auf die Vermehrung während der Entwickelung Rücksicht genommen werden, und man würde dann auch in diesem Falle das Gesammtresultat der Entwickelung des einfachen Eies, die Summe der endlichen Individuen unter den Begriff eines systematischen Individuum vereinigen müssen. Jedoch werden auch die einzelnen Glieder dieses Collectivbegriffs durch den Besitz der typischen Artform ausgezeichnet sein.

Es ist ersichtlich, dass der Begriff eines Individuum auf einem der beiden eben besprochenen Wege nicht genau bestimmt werden kann. Sie geben auch beide den Beweis, dass die Untheilbarkeit des Lebens, Individualität, auch nicht den Maassstab abgeben kann, indem im letzteren Falle das individuelle Ei sich wirklich theilt, im ersteren durch die organische Verbindung mehrerer Individuen zu einem Stocke die Möglichkeit gegeben ist, dass hier das Leben gewisser einzelner Individuen durch die Thätigkeit der übrigen im Wesentlichen wird erhalten werden können. In beiden Beziehungen ist jedoch der Hinweis auf das den thierischen Individuen wirklich Charakteristische gegeben, auf ihre Form. Zunächst ist hier darauf ein entschiedenes Gewicht zu legen, dass man unter dem Begriffe der thierischen Individuen nur materiell abgeschlossene morphologische Facta subsumiren darf, dass man also wol von verschiedenen Formen der Individuen sprechen, aber nicht einzelne Formzustände eines Körpers als eben so viele Einzelindividuen unter einem die ganze Formenreihe begreifenden Gesammtindividuum begreifen darf, wie es neuerdings *Reichert* that[2]), wenn nicht der wesentlichste Gesichts-

2) Die monogene Fortpflanzung. Festschrift der medicin. Facultät zur Jubelfeier der Univers. Dorpat. 1852. p. 8. *Reichert's* „Art-individualität" begreift das geschlechtlich entwickelte Individuum nebst seiner ganzen Entwickelungsreihe, seine „Individuen im engeren Sinne" sind die Entwickelungszustände jener. Er hat sich zu dieser eigenthümlichen Bezeichnungsweise wol durch die Frage: „was repräsentiert die Art?" verleiten lassen. Da natürlich hierauf nur mit: „die Individuen" zunächst geantwortet werden kann, so fühlte er doch, dass die geschlechtlich entwickelten in einer anderen Beziehung zur Art stehen, als die ungeschlechtlichen. Ohne sich jedoch hier die nächstliegende Frage zur Beseitigung dieses Zwiespaltes vorzulegen, nämlich: „was ist die Art?" suchte er den Unterschied in besonderen Zuständen der Individuen zu finden. Obschon nun natürlich dies auch hätte zur Wahrheit führen müssen, so wurde er doch durch die Ansicht, dass das geschlechtsreife Individuum gewissermaassen über die Individualität hinaus in die Art übergreift, verleitet, dasselbe als etwas begrifflich von den früheren

Digitized by Google

punkt bei Beurtheilung thierischer Individualität, welchen der morphologisch bestimmte Körper des Thieres bietet, verrückt werden soll. Bestimmt man die Individualität eines Thieres, so ist dasselbe im Momente der Beurtheilung als unveränderlich zu betrachten. Erst durch eine vergleichende Betrachtung desselben materiellen Substrates stellt sich dann heraus, ob es, wenn man es überhaupt als Individuum ansehen darf, ein fertig entwickeltes oder in der Entwickelung begriffenes ist, der einzige Unterschied, den man an zeitlich auf einander folgenden Zuständen eines und desselben Individuum überhaupt machen kann.

Unter Individuen verstehen wir nun die sich in ihrer entwickelten Form an den ihrer Gattung gehörigen morphologischen Typus eng anschliessenden materiellen Einzelgrundlagen des Thierlebens, welche die drei Functionsgruppen des thierischen Lebens entweder einzeln vollständig erfüllen, oder welche sich, und zwar desto mehr je inniger ihre Verbindung zu einem Thierstocke ist, in die Übernahme einzelner Verrichtungen theilen.

Aus dieser Definition folgt einmal, dass es nicht nöthig ist, dass alle Individuen in einer geschlechtlichen Beziehung zur Erhaltung der Art stehen, und dann, dass wir Theile eines Thierstockes, welche sich in ihrer morphologischen Anordnung an andere völlig entwickelte Individuen derselben Classe anschliessen, auch wenn dieselben nur einzelne Functionen in dem Gesammtleben des Thierstocks zu erfüllen haben, nicht Organe, sondern Individuen nennen müssen. So wenig man daran Anstoss nimt, die geschlechtslosen Bienen oder Ameisen Individuen zu nennen, so wenig scheut man sich vor der Anwendung der gleichen Bezeichnung der geschlechtslosen Individuen der Hydroidencolonien. Mit demselben Rechte muss man aber nothwendig die Geschlechtsproducte entwickelnden Theile derselben Colonien, die sogen. Samen- oder Eierkapseln, Individuen nennen, welche genau nach demselben Plane gebaut sind wie die anderen; ebenso muss man die einzelnen Theile einer Siphonophoren Medusencolonie für eben so viele Individuen halten, da auch sie denselben allgemeinen Bau zeigen, wie Meduseneinzelthiere.

Zuständen Gesondertes zu betrachten. Die Art wird allerdings durch die materiellen Substrate der sich zur Geschlechtsreife entwickelnden Individuen repräsentiert, doch greift nur der letztere Zustand direct in das Leben der Art ein. Das Individuum bleibt vom Eizustande bis zur Geschlechtsreife ein und dasselbe, indess haben die verschiedenen Entwickelungszustände für das Leben der Art verschiedene Bedeutung, da die ungeschlechtlichen in keiner (höchstens neomeletischer) Beziehung zu derselben stehen.

Digitized by Google

Auf diese morphologische Seite der thierischen Individualität ist man noch gar nicht aufmerksam gewesen, wenigstens hat man es nicht ausgesprochen, obgleich es doch die wichtigste Beziehung ist. Selbst *Leuckart,* dem in seiner angeführten Schrift diese Verhältnisse so klar vorgelegen haben, geht durchaus nicht darauf ein, ehe er den Polymorphismus der Individuen beschreibt, den Begriff des Individuum selbst festzustellen. — Über die Individualität der Hectocotylen siehe das nächste Buch.

§. 34.

Ist der Begriff der thierischen Individualität nun gegeben, so wird es möglich, die verschiedenen Formen derselben näher zu betrachten[1]). Die eine, und zwar je höher wir in der Thierreihe emporsteigen, die desto häufigere Form der Individuen ist die, dass die mehrerwähnten drei Functionsgruppen an einem Individuum vereint sind. Die einzige Spaltung, welche hier auftritt, ist der Geschlechtsunterschied. Ohne schon hier auf die Bedeutung desselben einzugehen, ist zu bemerken, dass in diesen Fällen einzelne der ursprünglich ganz gleich gebauten Individuen (durch Verkümmerung ihres eiproducirenden Apparates)[2]) zu männlichen, befruchtenden sich entwickeln, während die weiblichen den samenbereitenden Theil ihrer Keimorgane verlieren. Beide, weibliche und männliche Individuen, stehen insofern gleich, als bei beiden die zur Erhaltung der Art nöthigen Organe mit den übrigen vereint vorhanden sind.

Gegenüber diesen, wenn ich so sagen darf, vollständigen Individuen sehen wir bei niederen Thieren eine Mehrzahl verschiedener Formen auftreten, welche zusammen jene bestimmte, sich selbst erhaltende Form des organischen Lebens darstellen, die man Art nennt. Die erste hier zu betrachtende Form ist die, wo in einer gesellschaftlich lebenden Gemeinschaft von Thieren, welche jedoch noch nicht organisch zusammenhängen, das Geschäft der Fortpflan-

1) Ich freue mich hier auf die angeführte Schrift von *R. Leuckart* verweisen zu können. Dass jedoch, wie *R. L.* annimt, dieser Polymorphismus überall mit dem Generationswechsel zusammenhänge, wird sich im nächsten Capitel als unhaltbar herausstellen.

2) Sehr wichtig und von einer vorläufig noch kaum zu bestimmenden Tragweite, deren Resultat oben jedoch angedeutet ist, sind die Entdeckungen *v. Wittich's*, dass die Frösche und Kröten ursprünglich alle Weibchen sind und erst durch Verkümmern ihrer Ovarien und stärkeren Entwickelung ihrer Hoden zu Männchen werden. Sollte etwa das epigonale Organ der männlichen Haie (vielleicht auch das der weiblichen als die andere Hälfte der Keimdrüsenanlage) hierher gehören? Diese Vermuthung kam mir beim Lesen des *v. Wittich*'schen Aufsatzes, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 125.

Digitized by Google

zung auf besondere, den übrigen geschlechtslos bleibenden (oder werdenden) sonst gleich gebaute Individuen übertragen ist. In einem solchen Thierstaate treten daher zunächst Geschlechtsthiere auf; die übrigen theilen sich theils in die Sorge um die Erhaltung dieser ersten, theils der jungen aus jenen hervorgegangenen Brut. Im Ganzen wenig im Bau von den übrigen abweichend treten sie als Arbeiterindividuen und Soldaten auf, eine Theilung, welche sich sogar bei gesellschaftlich lebenden oder ziehenden Wirbelthieren wiederfindet, wo jedoch die ganze Colonie geschlechtlich entwickelt ist. Für die Beurtheilung dieser Form der Individualität ist wichtig, dass alle hierher gehörigen Thiere ausser der Vertheilung des Fortpflanzungsgeschäfts mit den Organen zur Erhaltung des Individuum selbst und zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt gleichmässig ausgerüstet sind, ferner dass sich alle Einzelthiere aus einzelnen Eiern geschlechtlich entwickeln und erst allmählich sich in die ihnen bestimmt bleibende Form verändern. — Zunächst sich an diese Form des Polymorphismus anschliessend sind die Verhältnisse bei den Hydroiden. Auch hier sind die Geschlechtsfunctionen bestimmten, im Vergleich zur Zahl der geschlechtslos bleibenden, weniger zahlreichen Individuen übergeben, und zwar das Produciren der Eier wie das der Samenkörperchen an verschiedene. Ein wesentlich modificirender Umstand ist jedoch hier dadurch gegeben, dass alle Individuen durch Verlängerung ihres Nahrungscanales mit einander in Communication stehen, was bekanntlich schon die Anthozoencolonien auszeichnet. Die männlichen wie weiblichen Individuen sind hier in Bezug auf die allgemeine Morphologie ihres Körpers den übrigen entsprechend gebaut; der Inhalt ihres mit dem verlängerten Nahrungscanale in Contact stehenden Körpers ist jedoch nicht in eine verdauende Höle, sondern in die Keimorgane verwandelt (s. Fig. 9. p. 156). Die übrigen Individuen sind einförmig, verdauende und animale. Mit dem Schwinden der Selbsternährungsfähigkeit der Geschlechtsthiere tritt gleichzeitig der Umstand ein, dass sämtliche Thiere eines Stockes ihren Ursprung einem Eie verdanken, aus dem durch ungeschlechtliche Vermehrung die Mehrzahl entstand. Noch weiter ist diese „Arbeitstheilung“ bei den Siphonophoren gegangen[3]). Es finden sich hier nämlich nicht bloss die Functionen der

3) Porpita und Velella scheinen nach *Kölliker's* Untersuchungen nicht hierher zu gehören, sondern stellen den Siphonophorencolonien analog gebaute Hydroidencolonien dar, wofür auch die Beobachtungen von *Huxley* (Müller's Arch. 1851. p. 382) und besonders von *Gegenbaur* sprechen, welcher die Entwickelung von später Geschlechtsorgane zeigenden Medusen an Velella beobachtete, wodurch

Digitized by Google

geschlechtlichen Fortpflanzung nur an einzelnen Individuen, sondern auch die vegetativen wie animalen Functionsgruppen sind verschiedenen Individuen übertragen. Für erstere finden sich verdauende, für letztere, welche wiederum in mehrere Gruppen gespalten sind, einmal locomotive (die sogen. Schwimmglocken) und dann fühlende Individuen. Auch hier verdankt die ganze Colonie einem Eie ihren Ursprung[6]).

Nur wo, wie in den bis jetzt betrachteten Fällen, die Einzelthiere nach dem allgemeinen Plane der Gattung oder der Classe gebaut sind, darf man einen solchen Polymorphismus annehmen. Ich glaube dies deshalb besonders hervorheben zu müssen, weil neuerdings *Reichert* überall, wo ungeschlechtliche Vermehrung auftritt, eine Zusammensetzung des zeugenden Thieres aus einzelnen Individuen vermuthet und zu beweisen sucht, welche nur durch das Einheitsgepräge in ihrer Verbindung ein einfaches Individuum simulierten (a. a. O. p. 42 von Polypen, p. 58 von Medusen, p. 63 von Würmern, welche er alle Individuenstöcke nennt). *Reichert* bemerkt (p. 63), dass auch die Ausbildung des Wirbelsystems Zeugungsacte involvire, nennt aber das Product nur Organstock. Wie hier im Wirbeltypus (nach dem Gesetze der vegetativen Gleichheit) ursprünglich gleichwerthige Segmente in Reihenfolge auftreten, ohne deshalb eben so viele Einzelthiere darzustellen, ebenso gehört die Wiederholung gleichwerthiger Theile zum strahligen und zum Würmertypus, was durch die speciellere Entwickelung einzelner dieser Abschnitte in bestimmten Fällen (z. B. Echinodermen), überhaupt schon durch ihre Morphologie bewiesen wird. Wenn es nun auch eher noch bei diesen mit mehreren gleichwerthigen Theilen versehenen Thieren wenigstens als geistreiches Aperçu statthaft ist, an einen Vergleich dieser Segmente oder Strahlen mit eben so vielen vitalen Einheiten zu denken, so glaube ich doch eher, dass *Reichert's* Schluss, die Bildungsgeschichte der Ascidien, und zwar der namentlich angeführten Clavelina (!) liesse auf einen complicierten Individuenstock schliessen[7]), mehr die Prämisse gehabt hat, dass Alles was eine Knospe treibt ein Thierstock sein müsse, also auch Clavelina, als dass diese Zusammensetzung aus besonderen morphologischen Erscheinungen am knospenden Thiere hergeleitet worden sei. Ich kann *Reichert* nur empfehlen, Clavelina, oder *Cynthia prolifera Rathke*, oder eine neue Form besonders reichlich und überall knospender Ascidien, die ich von den Scilly-Inseln mitgebracht und vorläufig Thylacium genannt habe, anatomisch zu untersuchen.

---

sie den anderen Hydroiden ganz analog würden (s. *Kölliker*, Die Schwimmpolypen von Messina p. 54).

6) Dass diese einzelnen Theile der Siphonophorencolonien wirklich Individuen und nicht blosse Organe sind, beweist der Umstand, dass in manchen Fällen die einzelnen Individuen mehrere Functionen erhalten können, wie z. B. die von *Kölliker* (a. a. O. p. 78. 79) angeführten Schwimmglocken von Abyla und Praya, welche Geschlechtsorgane enthalten.

7) a. a. O. p. 83.

Siebentes Capitel.

Über Entwickelung und ihre verschiedenen Formen.

§. 35.

Es ist hier nicht der Ort, des weiteren auf den Begriff der thierischen Entwickelung einzugehen, über welchen an anderen Orten schon Vieles und Gutes gesagt ist. Es genügt hier die Anerkennung des Factum, dass die Thiere nicht gleich das sind, was sie später darstellen, sondern dass sie, vom Ei- oder Knospenzustande an, eine Reihe allmählich an ihrer materiellen Grundlage auftretender Differenzirungen erkennen lassen, welche endlich auf verschiedene Weise in die bleibende Form überführt. Wir haben also in jeder Entwickelungsreihe eine Reihe morphologisch verschiedener Zustände eines Individuum vor uns, deren Aufeinanderfolge und allmähliche Complication wir zu erörtern suchen, um die Constanz gewisser Veränderungen, das gleichbleibende oder wechselnde Lagerungsverhältnis, welches während der Entwickelung eines einer bestimmten Art angehörigen Individuum auftritt, nachweisen zu können.

Vergleicht man die hier kurz gegebene Aufgabe der Entwickelungsgeschichte mit der früher für die Morphologie mitgetheilten, so wird ersichtlich, dass die erstere, die Entwickelungsgeschichte, die vergleichende Anatomie des Individuum ist, dass die vergleichende Entwickelungsgeschichte die Bildungsgesetze der Individuen einschliesse. Es ist ferner klar, dass diese Embryologie einen Theil der Morphologie ausmache. Zu betrachten ist jedoch, welches sind die morphologischen Zustände, welche einer vergleichenden Untersuchung unterworfen werden sollen. Da die Entwickelung an Grundlagen vor sich geht, welche gegenüber den zeugenden Thierformen neue Individuen darstellen, so frägt es sich zunächst, ob die Form derselben überall dieselbe ist. Ein Blick auf die verschiedenen Erscheinungen überzeugt uns, dass dies nicht der Fall ist; mit dem Umstande, ob die keimfähige Grundlage aus einem geschlechtlich entwickelten Thiere als Product der secernirenden Thätigkeit eines als Eierstock bezeichneten Organs hervorgeht, oder ob dieselbe, nicht streng oder nur in einzelnen Fällen an einen bestimmten Ort gebunden, einer den gewöhnlichen Wachsthumserscheinungen viel näher stehenden Thätigkeit des Organismus ihr Entstehen dankt, geht Hand in Hand ein morphologischer Unterschied zwischen jener ersten Form, den

Digitized by Google

geschlechtlich producierten Eiern, und den letzteren, welche man je nach ihrer Verbindung mit dem zeugenden Organismus Knospe oder Spore nennen kann. Die Eier stellen, wie oben ausführlich verfolgt wurde, überall eigenthümlich zusammengesetzte Bildungen dar, welche zur weiteren Verwandlung den Anstoss eines befruchtenden Elementes, wenigstens in gewissen Fällen, bedürfen[1]). Erst nach dem Befruchtungsacte treten sie durch den Furchungsprocess in die Reihe der auf Zellen zurückzuführenden Elementartheile ein. Anders dagegen bei den Knospen und Sporen. Hier sind schon Zellen vorhanden und es vermittelt nur eine lebhaftere vegetative Thätigkeit die Entstehung der, Zellenconglomerate darstellenden Knospe. Simuliert auch in manchen Fällen die mit der Sporenbildung verbundene Zellenvermehrung den Schein einer Furchung, so ist es eben doch nur eine Zelle, welche sich hier spaltet, und welche nicht erst, wie bei der Eibildung, durch Umhüllung mit Dotter aus dem Kreise der Zellenformen herausgetreten ist. Gegenüber der Neubildung beim Eie haben wir also bei der Knospen- und Sporenbildung Zellenhaufen, welche entweder an irgend einer Stelle des Thierkörpers aus einer regen Zellenvermehrung hervorgehen, oder in manchen Fällen das Resultat der Vermehrung einer einzigen Zelle darstellen, welche sich als solche, ohne eine secundär umhüllte Zwischenform gebildet zu haben, theilt.

Die an den bezeichneten, den Ausgangspunkt der Entwickelungserscheinungen darstellenden keimfähigen Grundlagen auftretenden Veränderungen werden nun der Gegenstand der embryologischen Untersuchung. Jedoch ist hier die Frage zu wiederholen, welches die morphologischen Zustände sind, welche hierbei in Rücksicht kommen. Da die ganze Entwickelungsreihe der Beobachtung vorliegt, so könte diese Frage als müssig erscheinen. Bedenkt man jedoch, dass sämtliche Differenzirungen stetig zusammenhängen, dass also in strengem Sinne keine stabilen Formen Gegenstand einer Vergleichung werden, so wird es nöthig, zu einer künstlichen Entscheidung zu greifen, welche jedoch nur einfach dahin ausfällt, dass man die jedesmal der Beobachtung vorliegenden Zustände sich als feststehend denkt und dieselben dann mit früheren oder späteren vergleicht. Es wird jedoch demohngeachtet nöthig, was aus den nächsten Paragraphen von selbst erhellen wird, gewisse Abschnitte der Entwickelung

1) Dass sich unter gewissen Umständen Eier auch ohne Befruchtung entwickeln können, darauf scheinen die Beobachtungen zu führen, wo Menstrualeier sich zu furchen beginnen.

Digitized by Google

herauszuheben und schärfer, als es besonders in neuerer Zeit geschah, begrifflich zu bestimmen [2]). Da manche Formen derselben, wie Larve und Amme, mit eigenthümlichen Formen der Entwickelung zusammenhängen, so genügt es hier, auf die allen Entwickelungsformen gemeinsamen Zustände näher einzugehen. Als solche sind hier zu bezeichnen: der Embryonalzustand, der Zustand des unreifen jungen und der des völlig entwickelten Thieres. An den letzteren schliesst sich in manchen Fällen noch eine Reihe von Involutionserscheinungen, welche jedoch ihrer Eigenthümlichkeit nach der Physiologie angehören.

Was ist ein Embryo? Man pflegte früher wol von embryonalen Einrichtungen, embryonalem Leben u. dergl. zu sprechen, voraussetzend, dass der Begriff „Embryo" ein feststehender sei. Da man jedoch neuerdings von Embryonen mit freiem, selbständigem Leben [3]), sogar von freien Embryonen [4]) spricht, so geht jede nähere Bestimmung dieses Zustandes verloren, da, ist das junge Individuum einmal frei, der Embryo ja beliebig wachsen und sich verändern, auch geschlechtsreif werden kann, ohne aufzuhören ein Embryo zu sein; wenigstens würden hier alle Charaktere auf graduelle Verschiedenheiten hinauslaufen, welche bekanntlich bei dergleichen Bestimmungen zu vermeiden sind. Embryo nennen wir ein sich entwickelndes Individuum, so lange es noch von den Eihüllen umschlossen ist. Hat dasselbe diese Hüllen durchbrochen, dann ist es entweder einfach ein Junges oder, wie später zu erörtern ist, es ist ein Larve oder wird eine Amme; es hat aber unter allen Umständen aufgehört, ein Embryo zu sein. Bleiben zuweilen manche der dem Embryo eigenen morphologischen Erscheinungen am freien Jugendzustande sichtbar, so kann man wol dieselben, wenn sie Differenzirungszustände gewisser Verhältnisse des entwickelten Thieres sind, als embryonale bezeichnen, ohne jedoch das ganze Thier Embryo nennen zu dürfen; jedoch verliert auch diese Benennung bei Thierformen mit selbständig freiem

---

2) Ich erinnere hier an *K. Frdr. Burdach*, welcher in der Einleitung zur Entwickelungsgeschichte (Physiolog. 2. Bd. 2. Aufl. p. 161) sagt: „Zum Besten „des wahrhaften Wissens ist zu wünschen, dass man ausser dem mikroskopischen „auch noch ein weiteres Gesichtsfeld suche, und dass man die Genauigkeit, deren „man sich bei der Mikrometrie befleissigt, auch bei Bestimmung der Begriffe nicht „verabsäume."

3) *Leuckart*, Artikel Zeugung, a. a. O. p. 946.

4) Der Ausdruck „infusoriumartiger Embryo" hat sich so eingeschlichen, dass man ihn leider häufig braucht, ohne des Fehlers sich dabei bewusst zu werden.

Digitized by Google

Leben ihr Recht, sobald die Erscheinungen solche sind, welche sich an den entwickelten Thieren in keiner Form nachweisen lassen; sie stellen dann, wie gleich gezeigt werden wird, Larveneinrichtungen dar. Aus dem Embryonalzustande geht das Individuum durch den Act der Geburt in die folgenden über. Dieselbe besteht entweder einfach in dem Durchbrechen der Eihäute, oder, wo das Embryonalleben innerhalb des mütterlichen Körpers vollendet wird, in dem gleichzeitigen Verlassen dieses letzteren, wobei es für die Bestimmung dieses Actes ganz gleichgültig ist, ob das Junge schon ziemlich weit in seiner Entwickelung vorgeschritten ist, oder dem Eizustande noch nahe steht.

An den Embryonalzustand schliesst sich dann zunächst (mit Übergehung der besonderen Formen der Entwickelung) der Zustand des jungen, unreifen Thieres. Letztere Bezeichnung schliesst einen Mangel ein; derselbe besteht entweder in der Abwesenheit der Differenzirungen, welche den Körper demjenigen des entwickelten Thieres gleich machen würde, oder, und dies auch in dem ersten Falle, nur in der Abwesenheit functionsfähiger Geschlechtsorgane. Hier schliesst sich der Sprachgebrauch an die richtige Auffassung des Verhältnisses der Individuen zur Art an, indem die noch geschlechtslosen Individuen in Bezug auf das Artleben nicht fertig, noch nicht fähig sind, das Leben der Species zu unterhalten. Mit der Entwickelung der Generationsorgane tritt endlich der völlig entwickelte Zustand des Thieres ein, gleichzeitig mit (oder etwas nach) dem Erlangen der typisch entwickelten Körperform.

§. 36.

Im Vorigen wurde der allgemeinen Verhältnisse jeder Form der Entwickelung gedacht. Ich komme jetzt zur näheren Betrachtung der verschiedenen Formen derselben. Es lassen sich hier bei jeder zwei Beziehungen auffinden, die eine zur zeugenden Thierform, welche gleichzeitig das Endziel der Entwickelung selbst ist, die andere zum Ei. Da es ferner ausschliesslich die Form ist, welche unsere Aufmerksamkeit bei der Entwickelung in Anspruch zu nehmen hat, dies wenigstens jetzt noch, wo uns jede Vorlage, die stets in gewisser Folge auftretenden bestimmten Formveränderungen als das nothwendige Resultat gewisser elementärer Bedingungen nachzuweisen, gänzlich fehlt, so ist eine Untersuchung der verschiedenen Entwickelungsformen streng an die morphologische Seite derselben gewiesen. Jene beiden Beziehungen zum keimproducirenden völlig entwickelten

Digitized by Google

Individuum und zum Eie sind daher auch nur rein morphologisch zu eruiren. Da das letztere als der materielle Träger der ganzen Differenzirungsreihe das wichtigste Moment ist, so werden sich auch aus den durch dasselbe gebotenen Modificationen die wesentlichsten, durch die Beziehungen zur Form des Endglieds der Differenzirung nur in zweiter Reihe wichtige Verschiedenheiten in der Entwickelung ergeben. Mit dem Momente der Befruchtung tritt in dem, bis dahin nur ein Agglomerat bildungsfähiger Substanz darstellenden Eie ein Individuum in der ersten Furchungskugel auf. Dieselbe stellt das Substrat dar, welches sich durch die ganze Differenzirungsreihe in die Form des endlichen, geschlechtlich entwickelten Individuum verändert. Es sind nun hier zwei mögliche Fälle gegeben. Entweder nämlich gehen die in continuirlicher Reihe sich stetig folgenden Differenzirungen unmittelbar in die entwickelte Form über, oder das ursprüngliche Ei wird nur auf bestimmte Stufen geführt, wo es sich nicht selbst weiter entwickelt, sondern die Differenzirung neuen, durch Wachsthum producierten Keimen überlässt, welche dann, dem Eie gegenüber, mittelbar in die entwickelte Form übergehen. Wir werden gleich diese Fälle noch näher kennen lernen. Was die Beziehung zur Form des entwickelten Thieres anlangt, so ist ersichtlich, dass auch beide letzterwähnten Formen eine solche zeigen, hier jedoch in etwas modificierter Weise. Es sind hier scheinbar der möglichen Verhältnisse so viele gegeben, als es sich entwickelnde Thierclassen gibt; doch lassen sich dieselben sämtlich auf zwei Hauptformen zurückführen. Die erste ist dadurch ausgezeichnet, dass in ihr sämtliche Organe des entwickelten Thieres sich vollständig in das materielle Substrat des Eies getheilt haben, oder dass das letztere gänzlich in die Bildung der zunächst nur skizzenartig angedeuteten Organe der fertigen Thierform aufgegangen ist. Die Entwickelungsveränderungen werden daher hier nur darin bestehen, dass die Natur diese Skizzen weiter ausführt und vollendet. Die zweite besitzt ihre charakteristische Eigenthümlichkeit darin, dass ausser den Theilen, welche das entwickelte Thier zeigt, noch andere, nur während der Entwickelungszeit des geborenen Jungen vorhandene, häufig Complemente zur Vervollständigung des allgemeineren Classentypus darstellende Theile auftreten, welche während der weiteren Entwickelung verloren gehen. Es können natürlich beide Formen in den zwei von der Beziehung zum Eie hergenommenen unterschiedenen Arten der Entwickelung vorkommen, obschon dies, wie wir sehen werden, ein seltener Fall ist. Betrachten wir diese Formen etwas näher.

Digitized by Google

§. 37.

Da die entwickelte Thierform das Resultat einer Reihe sich stetig folgender am Eie auftretender Differenzirungen ist, so wird die einfachste, in vielen Fällen auch realisierte Form der Entwickelung die sein, welche jene Differenzirungsreihe als eine continuirliche, an einem und demselben Substrat vor sich gehende erkennen lässt. Es werden hierbei keine Theile des Eies zur Bildung vergänglicher, nur während der Entwickelungszeit vorhandener Organe benutzt; die Entwickelungsveränderungen tragen sämtlich den Charakter wirklich evolutiver Vorgänge. Es modificiert diese Form keineswegs, ob das junge Thier eine lange Embryonalzeit hat oder ob es noch wenig differenciert schon geboren wird. Auch sind derartige Erscheinungen, wo zur Bildung von Hölen oder Öffnungen u. s. w. schon vorhandene Theile resorbirt werden müssen, nicht mit jenen zu verwechseln, wo Organe, welche nur für die Entwickelungszeit, nicht für das vollendete Thier bestimmt sind, abgeworfen werden. Das letztere charakterisiert die gleich zu erwähnende Metamorphose. Da aber mit diesem, etymologisch allerdings für jede Veränderung benutzbaren Ausdruck ein wissenschaftlich scharf bestimmter[1]) Begriff verbunden ist, so darf nicht eine jede während dieser Form der Entwickelung auftretende Differenzirung damit belegt werden[2]).

Gegenüber jener zweiten Hauptform der Entwickelung charakterisiert sich diese erste nun durch Folgendes. Dieselbe stellt, wie jene, eine continuirliche, d. h. an einer und derselben materiellen Grundlage auftretende Differenzirungsreihe dar, deren einzelne Glieder insofern gleichwerthig sind, als sie alle ohne Ausnahme der entwickelten Thierform direct näher führen. Ich nenne sie die einfach continuirliche Reihe. Jede Entwickelungsstufe stellt das Resultat einer einfachen, unmittelbar am vorhergegangenen Gliede stattgefundenen Differenzirung dar[3]). Die nächste Form stellt nun zwar auch eine solche einfach continuirliche Reihe dar. Von ihr unterscheidet sich diese erste aber dadurch, dass hier alle Differenzirungen weitere

---

1) Oder wenigstens scharf zu bestimmender.

2) Es sollten daher auch Insecten, deren ganze „Metamorphose" nur auf dem Nachwachsen der Flügel beruht, ametabolische heissen. Der hier gebrauchte Ausdruck hemimetabolisch ist logisch unhaltbar; zwischen der An- und Abwesenheit der Metamorphose gibt es kein drittes Mittelglied. s. überhaupt wegen Benutzung embryologischer Daten zur Classification § 67.

3) s. mein Schriftchen: Zur näheren Kenntniss des Generationswechsels. Leipzig 1849. p. 47.

Digitized by Google

Entwickelungen (im strengen Sinne des Wortes) schon vorhandener Anlagen sind, welche sich niemals über die dem ausgebildeten Thiere eigenen Behaftungen hinaus erstrecken.

Es gehört hierher eine grosse Zahl von Entwickelungsvorgängen, welche sich alle durch die Abwesenheit anderer als zur Form des entwickelten Thieres gehöriger Organe als einfache Formen charakterisiren. Es ist jedoch hierbei zu bemerken, dass auch die Fälle hierher gehören, wo während des Embryonallebens solche provisorische Einrichtungen auftreten, welche jedoch mit der Geburt schwinden. Man wende mir hier nicht ein, dass dann der Begriff der einfachen ebensowol wie der der Metamorphosenentwickelung vermengt würden. Es mag wol erlaubt sein, das Abwerfen der Allantoidalverbindung bei der Geburt des jungen Säugethieres in einer auf Analogien ausgehenden theoretischen Betrachtung mit der Metamorphose des Schmetterlinges zu vergleichen. Wie es aber schon dem unbefangenen Beobachter nicht einfallen wird, beide Entwickelungsweisen unter eine Bezeichnung zu bringen, so wird auch ein wesentlicher, morphologisch leicht und sicher nachweisbarer Haltpunkt darin gefunden werden, wie sich das Junge, nicht der Embryo, morphologisch zu der dasselbe zeugenden Thierform verhält, worauf oben hingewiesen wurde. Übrigens sind die Fälle, wo sich nur während des Embryonallebens derartige provisorische Einrichtungen finden, wie es das Amnios und die Allantois gewiss sind, sehr wenige. Entweder ist der Embryo dem jungen Larvenzustande entsprechend, oder er unterscheidet sich vom jungen Thiere nur durch den weniger entwickelten Zustand der in der Anlage schon gegebenen Organe der fertigen Thierform.

Es ist endlich hierbei noch zu erwähnen, dass diese einfache Entwickelungsform auch als Theil der in §. 39 zu betrachtenden Metagenese auftritt; es wird sich dort zeigen, dass die einzelnen Erscheinungen in gewissen Gruppen genau die Form der einfachen Entwickelung wiederholen, während allerdings in anderen noch Metamorphose dazutritt.

§. 38.

Die zweite sich ihrem allgemeinen Verhalten nach eng an die erste anschliessende Entwickelungsform ist die mit Metamorphose. Es stellt dieselbe gleichfalls eine Differenzirungsreihe dar, in welcher jeder einzelne Zustand das Resultat einer einfachen unmittelbar am vorhergehenden Gliede stattgehabten Differenzirung ist. Indess ist er von der erst betrachteten Form durch das Auftreten einer sogenannten Metamorphose unterschieden, an welche sich gewisse Bezeichnungen einzelner Entwickelungszustände schliessen, die Lar-

Digitized by Google

ven, Puppen. Es ist ein Verdienst der neueren Naturforschung, die einzelnen hierbei concurrirenden Umstände genauer verfolgt zu haben. Sie steht aber in Gefahr, diese mit allem Fug und Recht eingebürgerten Begriffe entweder durch eine allzugrosse Ausdehnung oder durch ein nicht präcises Sichvergegenwärtigen ihrer Eigenthümlichkeiten ganz zu verlieren, weshalb bei dem Schwanken, welches seit Kurzem in die Lehre von der Metamorphose gekommen ist, wol eine scharfe Bestimmung derselben nicht ganz unzeitig erscheinen dürfte. Vor allem ist auch hier wieder darauf Gewicht zu legen, dass diese Bezeichnungen rein morphologische sind, dass wol präcise physiologische Untersuchungen über die mit den betreffenden Erscheinungen Hand in Hand gehenden elementären Vorgänge Wesentliches zu ihrer, auch physiologischen Würdigung beitragen werden, dass dieselben jedoch nicht im Stande sind, bestimmte Formveränderungen genauer morphologisch zu bestimmen.

Da die Entwickelungserscheinungen nicht mit dem Acte der Geburt aufhören, sondern bis zur Erlangung der Geschlechtsreife fortgehen, so werden sich gewisse Formen derselben von anderen morphologisch scharf unterscheiden müssen, wenn der Begriff der Metamorphose ein scharfer sein soll. Die Verschiedenheit, welche dadurch gegeben ist, dass ein Theil der Differenzirungen innerhalb der Eihüllen oder des mütterlichen Körpers vor sich geht, ein anderer ausserhalb derselben am freigewordenen jungen Thiere, kann auf die Begrifsbestimmung der Metamorphose gar nicht einwirken, indem dieselbe ausserordentlich inconstant ist wegen der zu so verschiedenen Zeiten stattfindenden Geburt, und sich dann durchaus kein durchgreifendes Moment finden lässt, welches mit Nothwendigkeit die Veränderungen des freien Entwickelungszustandes von den Embryonalformen abgrenzt. Es werden daher, wie schon angedeutet, nur die Beziehung der jungen zu der völlig entwickelten Thierform und die sich daraus ergebenden morphologischen Momente die Metamorphose als einen morphologischen Hergang zu charakterisiren im Stande sein, und in diesem Sinne habe ich schon früher diese Begrifsbestimmung versucht[1]). Im vorigen § wurde darauf Gewicht gelegt, dass sämtliche Differenzirungen bei der einfachen Entwickelungsform die in der Anlage vorhandenen Organe der Form des völlig entwickelten Thieres stetig näher bringen, dass ferner das materielle Substrat des Eies vollständig in der Bildung der, dem entwickelten Thiere allein zukommenden Einrichtungen und Organe aufgegangen sei. Hierdurch

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 364.

Digitized by Google

scheidet sich jene erste Form scharf von der jetzt betrachteten. Es ist nämlich für die Entwickelung mit Metamorphose charakteristisch, dass ausser den Anlagen für die Organe des entwickelten Thieres während derselben Einrichtungen auftreten, welche sich an letzterem nicht finden, welche daher gewisse Entwickelungszustände als durch besonders morphologisch nachweisbare Verhältnisse vom entwickelten Thiere verschiedene darstellen. Ohne auf die functionelle Bedeutung dieser nur während der Entwickelung auftretenden Organe Rücksicht zu nehmen, stellen sich dieselben, verglichen mit der entwickelten Thierform, als provisorisch heraus, und als solche habe ich sie zuerst charakterisiert[2]).

Unter der Entwickelung mit Metamorphose verstehen wir daher diejenige Form der einfach continuirlichen Differenzirung thierischer Körper, bei welcher während der freien Entwickelungszeit Organe oder Theile an denselben vorhanden sind, welche sich am entwickelten Thierkörper nicht finden, daher provisorisch zu nennen sind und nach deren Verschwinden das Thier die völlig entwickelte Form annimt. Als Larve wird ferner derjenige Zustand der Entwickelung eines Thieres zu bezeichnen sein, welcher durch die Gegenwart derartiger provisorischer Organe oder Einrichtungen charakterisiert ist und von welchem dasselbe durch Verschwinden der letzteren (Metamorphose) unmittelbar in den nächstfolgenden Entwickelungszustand übergeht[3]). In welcher Hinsicht diese freien Entwickelungszustände mit anderen Embryonalformen übereinstimmen, ist zur Bestimmung derselben ganz gleichbedeutend. Es sind hier überall gegebene Formen zu beurtheilen, wobei allerdings an verwandte Vorgänge gedacht werden muss, um das durch verschiedene äussere Verhältnisse etwa verdeckte Gemeinsame, bestimmten Formen Constante finden zu können; indess dürfen jene Beziehungen nicht die von der Natur gegebenen Anhaltepunkte, wie die Form des Thieres, die Geburt desselben, unberücksichtigt lassen[4]). Mit Zugrundelegung

2) Hierdurch schwindet auch der bei genauer Bestimmung einer vorliegenden Formveränderung unanwendbare Ausdruck des „Auffallenden," welchen *Leuckart* als der Metamorphose zu Grunde liegend ansehen will. Er selbst scheint sich jedoch jetzt überzeugt zu haben, dass provisorische Einrichtungen die Larve auszeichnen; wenigstens spricht er in seinen neueren Mittheilungen von denselben und nennt (Artikel Zeugung a. a. O. p. 982) die Larve ein selbständiges Geschöpf mit provisorischen Organen und Einrichtungen, wie ich es bereits vor zwei Jahren gethan habe.

3) s. meinen Aufsatz a. a. O. p. 367.

4) Wenn *Leuckart* die Larve als einen Embryo mit freiem selbständigem Leben bezeichnet, so wird dadurch wol die Beziehung zu gewissen (jedoch durchaus

Digitized by Google

der hier gegebenen Begrifsbestimmungen wird es verhältnismässig leicht sein, in einem gegebenen Falle das Auftreten einer Metamorphose während der Entwickelung zu constatiren.

Es sind hier noch einige untergeordnete Verhältnisse zu besprechen, welche die praktische Ausführung der Metamorphose in der Natur betreffen. Wie nämlich die eigenthümlichen Larvenformen durch die Verschiedenheit von der entwickelten Form, zu welcher sie gehören, in vielen Fällen auffallend genannt werden können, so wird doch häufig der Act der Verwandlung selbst, d. h. des Abwerfens der Larvenorgane, noch auffallender, indem letztere nicht allmählich einer Rückbildung unterliegen, sondern meist plötzlich verschwinden. Es ist dies vielleicht in allen Fällen, sicherlich in den meisten, dadurch ermöglicht, dass der junge Thierkörper innerhalb der Larvenform die ihm später eigenthümliche Gestaltung annimt, so dass mit dem Abwerfen der äusseren Haut die neue Form zu Tage tritt. Diese Häutung, welche z. B. bei den Insecten mehrere Male während der Entwickelung sich wiederholt, jedoch auch in anderen Thierclassen nachzuweisen ist, ist nun selbst wieder manchen Modificationen unterworfen. Es unterscheidet sich nämlich die abzuwerfende Haut durchaus nicht wesentlich von der dem Thiere überhaupt eigenen, oder sie bildet am Ende des Larvenlebens einen mehr oder weniger starren Überzug über den durch dieselbe unbeweglich werdenden Körper des Thieres. Es tritt hierdurch in dem beweglichen Leben des Thieres ein Zustand der Ruhe ein, welchen man zunächst den Puppenzustand genannt hat. Da jedoch, wie erwähnt, die äussere Haut nicht immer eine solche starre Hülse bildet, ist man genöthigt gewesen, bewegliche, und da häufig mit dieser Beweglichkeit die im ersten Falle unterbrochene Nahrungsaufnahme forterhalten wurde, fressende Puppen zu unterscheiden. Allgemein wird daher Puppe nur derjenige Zustand des Larvenlebens genannt werden können, welcher durch eine einzige (die letzte) Häutung in die entwickelte Form des Thieres übergeht[5]).

---

nicht constanten) embryonalen Verhältnissen angedeutet; indess dürfte es wol nicht zu rechtfertigen sein, einen freien Entwickelungszustand einen Embryo zu nennen; und dann erhält man durch diese Bezeichnung nicht den geringsten Anhalt zur Beurtheilung einer gerade vorliegenden Entwickelungsform, worauf es doch besonders in den Fällen ankömt, wo es aus irgend einem Grunde etwas verschlägt zu wissen, ob Metamorphose vorhanden ist oder nicht.

5) Selbstverständlich kann aber ein Entwickelungszustand, welcher sich nur durch den Mangel gewisser Einrichtungen von der entwickelten Form unterscheidet, also keine Larve ist, auch dann nicht Puppe genannt werden, wenn sich

§. 39.

Den bis jetzt betrachteten Entwickelungsformen steht eine dritte gegenüber, deren Kenntnis den Bemühungen der neueren Zeit zu verdanken ist, die Entwickelung mit Generationswechsel, oder, wie ich diesen mit *Rich. Owen* nennen werde, mit Metagenesis. Die ersten hierher gehörigen Beobachtungen machte *Chamisso* an Salpen, analoge Vorgänge fand dann *Sars*, *v. Siebold* u. A. bei mehren anderen wirbellosen Thieren, bis endlich *Steenstrup* alle verwandten Thatsachen sammelte und unter dem neuen Gesichtspunkte des Generationswechsels und der Brutpflege ordnete[1]). Nachdem dann *Reichert*[2]) die Metagenese mit den anderen Entwickelungsformen in Beziehung gebracht hatte, suchte besonders *Owen* die bei dieser Entwickelungsweise vorkommenden Erscheinungen zu erklären[3]), während gleichzeitig ich seine Bedeutung als Entwickelungsvorgang zu erörtern mich bemühte[4]). Später förderte *Joh. Müller* durch seine Untersuchungen über die Entwickelung der Echinodermen unsere Kenntnisse von der Metagenese wesentlich. Ihre teleologische Seite besprach dann *Rud. Leuckart*[5]), welcher jedoch einige Eigenthümlichkeiten derselben nicht genug berücksichtigte, zufällige Erscheinungen dabei zu sehr in den Vordergrund stellte, was ich bald darauf nachzuweisen versuchte[6]). Endlich hat ganz neuerdings *Reichert* den Generationswechsel wieder ausführlich besprochen[7]).

Der Umstand, welcher die früheren Beobachter besonders auf diesen Vorgang hinlenkte, war der, dass ein Thier Junge erzeugte, welche nicht ihm glichen, sondern mit einer abweichenden Form behaftet von Neuem Junge hervorbrachten, welche dann erst in die

---

auch unter der einmal noch abzustreifenden Haut die endliche Form des entwickelten Thieres bildet.

1) Über den Generationswechsel, oder die Fortpflanzung und Entwickelung durch abwechselnde Generationen, eine eigenthümliche Form der Brutpflege in den niedern Thierclassen. Copenhagen 1842.

2) Bemerkungen zur vergleich. Naturforschung im Allgemeinen u. vergleich. Beobachtungen über d. Bindegewebe etc. Dorpat 1845.

3) *On Parthenogenesis or the successive production of procreating individuals from a single ovum. Introductory Lecture. London* 1849.

4) Zur nähern Kenntniss des Generationswechsels. Leipzig 1849.

5) Über Metamorphose, ungeschlechtliche Vermehrung, Generationswechsel, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 170.

6) Einige Worte über Metamorphose u. Generationswechsel. Ein Sendschreiben an Reichert. Ebend. p. 359.

7) In dem erwähnten Programm: Die monogene Fortpflanzung. Dorpat 1852.

Digitized by Google

ursprüngliche Form zurückkehrten. Hierdurch war ein Wechsel der Form gegeben, welcher sich dadurch wesentlich von der Metamorphose unterschied, dass die Verwandlung nicht an der Larve statt hatte, sondern an deren Brut; hierauf bezog sich der erste Name, welchen *Steenstrup* dieser Entwickelungsweise gab; dasselbe hob *Owen* in dem von ihm herrührenden Namen hervor, indem es nicht das junge Thier war, welches die Gestalt wechselte, sondern eine neue Generation. Mit dem Auftreten der Metagenese verbindet sich jedoch in vielen Fällen ein anderer Umstand, welcher das Charakteristische derselben ganz in den Hintergrund zu drängen drohte. Die jungen Thiere verwandeln sich nämlich häufig nicht durch die Erzeugung eines einzigen secundären Keimes in die elterliche Form, sondern es werden von den Zwischenformen mehrere Keime producirt, welche eine Mehrheit von Individuen, die alle einem Eie ihren Ursprung verdanken, zur Folge haben. Schon *Steenstrup* wurde durch diese Complication verleitet, in der Metagenese nur eine Form der Brutpflege zu sehen, und später noch hält *Leuckart* ,,die Vermehrung während des Larvenlebens" für das Charakteristische unseres Processes. Da die ungeschlechtliche Production eines neuen Keimes allerdings, wie wir gleich sehen werden, das Wesentlichste bei dieser Form ist, so glaubte man in der Metagenese den Schlüssel zur Erklärung aller Fälle von ungeschlechtlicher Vermehrung gefunden zu haben und suchte die verschiedensten Formen der letzteren auf dieselbe zurückzuführen[8]). Wie ich jedoch schon früher ausgesprochen habe, dass diese Vermehrung durchaus unwesentlich ist[9]), so sagt auch *Joh. Müller* später, dass es nicht wesentlich sein könne, ob eine oder mehrere Knospen erzeugt würden.

Die Verbindung mit ungeschlechtlicher Vermehrung ist jedoch nicht das einzige, was die Auffassung der Metagenese erschwerte und zum Zweifel an ihrer Existenz als einer besonderen Form der Entwickelung veranlasste. Es tritt nämlich zuweilen der Fall ein, dass der neu erzeugte Keim im Innern des jungen Thierkörpers nach Art einer Organanlage entsteht und bei seiner weiteren Entwickelung gewisse Theile desselben aufnimt. Mit Hinsicht auf den Umstand, dass bei der Entwickelung mit Metamorphose gewisse Theile neu gebildet, andere nur in ihrer Form und Lage umgeändert werden, glaubte man nun, die Metagenese sei nur dem Grade nach von jener verschieden. Hierin wurde man dadurch noch besonders bestärkt,

---

8) s. *Reichert*, a. a. O. p. 21.

9) Zur nähern Kenntniss etc. p. 34. u. Zeitschr. f. wiss. Zool. a. a. O. p. 365.

Digitized by Google

dass in einer Abtheilung des Thierreichs (den Echinodermen) Metagenese und Metamorphose auftritt. So wenig ich nun behaupten will, dass beide Entwickelungsvorgänge sich *toto coelo* gegenüberstehen, da ja ebensowenig zwischen der einfachen Entwickelung und der Metamorphose Übergangsformen fehlen und die Natur hier so wenig als irgendwo anders einen Sprung machen wird, so glaube ich doch die Existenz der Metagenese als einer besonderen Form der Entwickelung um so mehr aufrecht halten zu müssen, als es einmal Fälle von Metagenese gibt, welche sich mit keiner Form von Metamorphose irgendwie parallelisiren lassen, und es zweitens wie überall so auch hier wissenschaftliches Bedürfnis ist, wirklich verschiedene Vorgänge auch begriflich getrennt zu halten.

Wenn es für die beiden ersten Formen der Entwickelung charakteristisch war, dass jede höhere Entwickelungsstufe (so auch die letzte) das Resultat einer einfachen unmittelbar am vorhergegangenen Gliede der Reihe stattgefundenen Differenzirung war, so wird bei der Bestimmung des Wesens der Metagenese vorzüglich darauf zu achten sein, dass an bestimmten Stellen der Entwickelungsreihe neue Keime auftreten, welche die Entwickelung zu Ende führen[10]). Es ist ferner dabei im Auge zu halten, dass die Vermehrung der Individuen nicht zur morphologischen Charakteristik des Vorganges gehören kann, endlich dass wol an mögliche Übergangsfälle gedacht werden muss, dass dieselben jedoch nicht die Definition der ausgeprägten Form beeinträchtigen können.

Unter Entwickelung mit Metagenese haben wir daher diejenige typische Entwickelungsform zu verstehen, bei welcher auf bestimmten Differenzirungsstufen das junge, den Eltern ungleiche Thier neue keimfähige Grundlagen produciert, welche die Entwickelungsreihe bis zur endlichen Form des geschlechtlich entwickelten Thieres fortführt, wobei die morphologisch stets verschiedenen die neuen Keime zeugenden Zwischenformen in der Regel[11]) geschlechtslos bleiben.

Da sich hierbei die Zwischenstufen der Entwickelung wesentlich von den Larven unterscheiden, so hatte schon *Steenstrup* eine besondere Bezeichnung für dieselben eingeführt, und seit ihm heissen die-

10) Wie die auf diese Weise eingeschobenen Reihen als Glieder der Gesamtreihe der Entwickelung gedeutet werden können, habe ich früher unter Bezugnahme auf die analogen Erscheinungen im Pflanzenreiche erörtert: s. Zur nähern Kenntnis d. Generationswechsels, p. 29 flgde.

11) In Bezug auf diesen Zusatz s. §. 47.

Digitized by Google

selben **Ammen**. Während daher die Larven durch den Besitz provisorischer Organe ausgezeichnet sind, sind die Ammen durch die Production neuer Keime charakterisiert. Da dieselben ferner von der Form des entwickelten Thieres abweichen, ihre Form also für die des letzteren eine provisorische zu nennen ist, so habe ich sie selbst provisorische Zustände genannt, von welchen das Thier durch neue Keime mittelbar zu den höheren Entwickelungsstufen übergeht[12]). Da die folgenden Blätter Beispiele genug für diese Entwickelungsform enthalten werden, so will ich hier noch auf ihre Beziehung zu einigen anderen Momenten aufmerksam machen, zunächst die zur ungeschlechtlichen Vermehrung.

Während *Steenstrup* die Metagenese früher für eine bestimmte Form der ungeschlechtlichen Vermehrung hielt, hält *Reichert*, wie erwähnt, alle Fälle von monogener Fortpflanzung für eben so viele Fälle von Metagenese. Der Drehpunkt der ganzen Frage liegt daher in der Auffassung des morphologischen Verhaltens der Metagenese einerseits und der ungeschlechtlichen Fortpflanzung andererseits. Was die erstere betrift, so ist das Wichtigste bereits mitgetheilt. Die Hauptpunkte lassen sich jedoch noch schärfer so fassen, dass in keinem Falle von Metagenese das Thier sich irgendwie anders, als durch Zeugung eines in die Entwickelung eingeschobenen monogen erzeugten Keimes weiter entwickelt, und dass auf der anderen Seite zuweilen gesetzlich keine Vermehrung der Individuen, sondern nur ein auf zwei Generationen vertheilter Formenwechsel stattfindet. Hält man die während der Entwickelung mit Metagenese auftretenden morphologischen Verhältnisse hierzu, so wird einmal ersichtlich, dass im ersten Falle die ungeschlechtliche Erzeugung des neuen Keimes nur das Mittel zur Ausführung der gesetzlichen Entwickelungsform ist, und dass es mit Rücksicht auf den zweiten Punkt ganz irrelevant ist, ob eine wirkliche auf monogenem Wege vor sich gehende **Vermehrung** der Individuen eintritt. Die beiden Ansichten über das Verhältnis der Metagenese zur monogenen Zeugung vereinigen sich also einfach dahin, dass die Metagenese zwar einen monogenen Fortpflanzungsact zu ihrem Zustandekommen bedarf, dass sie jedoch mit der auch ohne Metagenese vorkommenden ungeschlechtlichen Zeugung nur zufällig concurriert. Es ist nämlich nicht zu übersehen, dass bei Metagenese die monogen erzeugten Keime sich zu geschlechtlichen Individuen (entweder direct oder durch nochmalige Ammenbildung) verwandeln. Keime, welche sich daher ausserhalb der Reihe

---

12) Zeitschr. f. wiss. Zool. a. a. O. p. 367.

Digitized by Google

befinden, an deren Ende die Geschlechtsthiere stehen, fallen eben so wenig unter den Begriff der Metagenese, als die von geschlechtlich differenzierten Individuen auf ungeschlechtlichem Wege producierten Jungen[13]). Hält man daher den Punkt fest, dass die einfachsten Fälle von Metagenese mit einem Eie beginnen und mit einem Geschlechtsthiere enden, so werden diese beiden Zustände auch in allen übrigen Fällen nachzuweisen sein, und Complicationen, welche durch eine Vermehrung der monogen erzeugten Keime oder durch polymorphe Entwickelung einzelner dieser Keime veranlasst werden, haben wol den Act der monogenen Zeugung mit der Metagenese gemein, aber sonst weiter nichts. Sie stellen bestimmte Formen der Brutpflege dar, wie das nächste Capitel zeigen wird[14]).

Monogene Fortpflanzung und Metagenese sind also zwei zuweilen neben einander verlaufende Erscheinungen, mit deren erster ein Polymorphismus in manchen Fällen auftritt. Eben sowenig jedoch als sie jedesmal gleichzeitig vorkommen, eben sowenig fallen sie in eine allgemeine Form zusammen. Nur die Metagenese ist ein typischer Entwickelungsvorgang; die beiden anderen sind nur neomele-

---

13) *Reichert* bestreitet in seinem Programm dieses Factum. Um nämlich alle Fälle von monogener Zeugung in Einklang mit seiner Theorie zu bringen, muss gezeigt werden, dass, wo nur dieselbe auftritt, die zeugende Form eine ungeschlechtliche Amme ist. Da aber zweifellose Fälle bekannt sind, dass auch neben der geschlechtlichen bei geschlechtlich differenzierten Individuen eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospen, Sporen oder Theilung stattfinden kann, so kam es natürlich *Reichert* darauf an, diese Geschlechtsthiere den ungeschlechtlichen parallelisiren zu können. Wie oben erwähnt versucht er dies dadurch, dass er in diesen Fällen an die Stelle der einfachen Individuen Individuenstöcke setzt, deren ungeschlechtliche Glieder dann als Ammen monogen neue Keime producierten. Er übersieht jedoch dabei den morphologischen Charakter der Würmer und Strahlthiere, wenn er die hier sich wiederholenden gleichen Theile für eben so viele Individuen ansieht, und begeht ausserdem die Inconsequenz, dass er die völlig gleichwerthige Wiederholung der Wirbel bei den Vertebraten nur für organologische Vermehrung hält. Es wird auch weder ihm noch irgend einem Zootomen gelingen, in Clavelina eine Mehrheit von Individuen nachzuweisen. Nimt man die Thatsachen wie sie sind, so fallen die beiden von *Reichert* aufgestellten charakteristischen Momente der monogenen Fortpflanzung (a. a. O. p. 84 u. 87) von selbst.

14) Was die Ansicht betrift, der Generationswechsel sei eine besondere Art Brutpflege, so meint *Leuckart* dieselbe „trotz meiner Bemerkungen" für irrig halten zu müssen (vergl. Anat. u. Physiol. p. 663). Ich habe dieselbe jedoch nie vertheidigt und verweise in dieser Beziehung auf meine beiden hierauf bezüglichen, oben erwähnten Arbeiten, welche genau mit der hier entwickelten Ansicht übereinstimmen.

Digitized by Google

tische Erscheinungen, welche häufig genug ohne Metagenese verlaufen, ebenso wie die letzte auch ohne jene nicht aufhört, echte Metagenese zu sein. Wie jeder Entwickelungsvorgang ein morphologischer ist, so ist auch die Metagenese als solcher zu beurtheilen. Thut man dies mit Ausschluss aller teleologischen Ansichten, so wird man in ihr die Constanz gewisser Vorgänge nicht übersehen, auf welche sich meine oben gegebene Charakteristik gründet. Man hat sich aber ganz besonders bei der Metagenese vor einseitigem Teleologisiren zu hüten, als sie in vielen Fällen zur Ausführung bestimmter anderer Erscheinungen verwendet wird, welche wir uns, beim vorläufigen Mangel jedes anderen Haltepunktes, nach dem was sie im thierischen Haushalte für Zwecke zu erfüllen haben, zu erklären versuchen.

In letzterer Hinsicht wird besonders die Beziehung der Metagenese zur Brutpflege interessant. Zum Verständnis des im nächsten Capitel Mitzutheilenden will ich hier noch anführen, dass in der Entwickelungsreihe mit Metagenese, wie in jeder anderen, die einzelnen Differenzirungsstufen nur Durchgangszustände sind, welche das Thier zur Erreichung seiner Geschlechtsreife zu durchlaufen hat. Es werden also auch die Ammen in der typischen Form der Metagenese nur als temporäre Entwickelungszustände zu betrachten sein, welche mit dem Eintritt der nächst höheren Stufe zu existiren aufhören. Es können jedoch dieselben, da einmal vorhanden, zu gewissen Leistungen noch benutzt werden, auch nach Production der neuen Keime, und hierauf gründet sich ihre neomeletische Bedeutung in manchen Fällen.

Ehe die Metagenese verlassen werden kann, muss noch des Verhaltens gedacht werden, welches die Eier und die monogen erzeugten Keime der Ammen während ihrer Entwickelung zeigen. An jede dieser keimfähigen Grundlagen schliessen sich Differenzirungsreihen; dieselben sind überall einfach continuirliche Reihen, so dass die ganze Entwickelung mit Metagenese auch so dargestellt werden kann, wie ich es früher gethan habe, dass dieselbe durch das Auftreten eingeschobener Differenzirungsreihen charakterisiert sei. An die Stelle der einfachen Differenzirung tritt hier eine reihenförmige, man kann daher die Metagenese als die Form der Entwickelung bezeichnen, bei welcher die Glieder der ganzen Reihe nicht continuirliche Differenzirungszustände, sondern einzelne Reihen darstellen, eine Auffassung, welche sich mit Hinsicht auf die in der Thierreihe etwa anzunehmende Entwickelungsreihe empfiehlt. Da die ganze Reihe wegen der Abhängigkeit der neuen Keime von den vorhergehenden Zuständen nicht aufhört continuirlich zu sein, habe ich

Digitized by Google

sie, zum Unterschied von der ersten Form, die allgemein continuirliche Entwickelungsreihe genannt. Sind aber hier, bei Metagenese, eingeschobene einfache Entwickelungsreihen vorhanden, so wird auch bei ihnen der Fall eintreten können, dass sie je nach der Behaftung ihrer einzelnen Glieder Metamorphose erkennen lässt oder nicht. Es wird dann hier dasselbe Criterium aufzustellen sein, wie für die gleichen Vorgänge bei einfacher Entwickelungsweise. Nur muss man dabei festhalten, dass, wenn man in der Entwickelung der ersten Amme eine Metamorphose nachweisen will, die Ammenform als das Endglied zu betrachten ist, mit Bezug auf welches dann gewisse vorhergehende Zustände derselben Reihe, wenn sie für die Form der Amme provisorische Organe besitzen, Larven darstellen würden. Diese Form der Complication dürfte jedoch kaum vorkommen. Dagegen findet es sich häufiger, dass die letzte Entwickelungsreihe, an deren Ende das geschlechtlich differenzierte Thier steht, wirkliche Larven mit provisorischen Organen erkennen lässt. Hier findet dann Metagenese und in deren letztem Gliede noch eine Metamorphose statt. Diese Fälle sind besonders deshalb für die Beurtheilung beider Entwickelungsformen von Interesse, als man beide neben einander in einer Reihe hat. Beide gehen hier nicht in einander über, sondern zu der mehr allgemeinen Form der Metagenese tritt die Metamorphose als eine specielle Eigenthümlichkeit hinzu.

Mit Bezug auf diese letztere Complication ist zu bemerken, dass *Leuckart*, welcher ihrer (Artikel Zeugung a. a. O. p. 980) zu gedenken scheint, im Grunde etwas Anderes meint. Er bezeichnet nämlich nur die von der Form des Geschlechtsthiers abweichenden Ammen als Larven. *Leuckart* meint, das Einzige, was man gegen diese Ansicht einwenden könne, sei, dass sie sich nicht nach Art der übrigen Larven in ein ausgebildetes Thier verwandeln. Das ist aber meiner Meinung nach eben Grund genug, diese Ansicht zu verlassen. Jener Unterschied beziehe sich nur auf die Schicksale, nicht auf den genetischen Werth der Zustände. Denkt etwa *Leuckart* nicht an die Schicksale seiner Larven, wenn er ihnen, wie den übrigen, provisorische Einrichtungen beilegt? Schon in dieser Bezeichnung, welche ich ursprünglich zur Benennung des morphologischen Verhältnisses der Entwickelungszustände auf das entwickelte Thier wählte, liegt implicite die Cession, dass auch diese „Larven" das Schicksal haben sollen, andern Formen Platz zu machen. Sie thun es aber nicht „nach Art der übrigen Larven" durch Abwerfen der provisorischen Einrichtungen, sondern durch Production neuer Keime; sie sind daher selbst ganz und gar provisorisch. Larven sind also durch den Besitz provisorischer Einrichtungen charakterisiert, Ammen sind selbst ganze provisorische Zustände.

Digitized by Google

§. 40.

Man hat lange Zeit geglaubt und ist wol auch noch gegenwärtig häufig der Ansicht, dass ausser den bis jetzt betrachteten Entwickelungsweisen noch eine viel allgemeinere Reihe sich finde. Es ist jedoch der Nachweis derselben nur selten streng wissenschaftlich versucht worden, da einmal alle hierher gehörigen Erscheinungen nur neben einander auftreten, ihr Zusammenhang also nicht direct beobachtet, sondern nur erschlossen werden kann, und dann die wissenschaftliche Tragweite dieser ganzen Betrachtungsart vielfach verkannt wurde. Ich meine die Entwickelungsreihe, welche uns das Thierreich im Ganzen darbietet. Die erste Ansicht von einer solchen, welche später von der naturphilosophischen Schule bei der Systematik benutzt wurde, jedoch bald dahin auslief, dass man das ganze Thierreich sich als eine einzige in Arten und Gattungen gegliederte Reihe dachte, gründete sich auf die Ähnlichkeit, welche einzelne Entwickelungszustände höherer Thiere im Allgemeinen mit der bleibenden Form gewisser niederer Thiere zeigten. Hat man sich nun auch nie der Vorstellung hingegeben[1]), dass z. B. der Mensch erst ein Infusorium, dann ein Strahlthier, ein Wurm, Arthropod, Mollusk, Fisch u. s. w. sei, so glaubte man doch in den niederen Thierclassen ein Stehenbleiben der Entwickelung mit eigenthümlicher Ausbildung auf der niedern Stufe annehmen zu müssen. Erst *K. E. v. Baer* bezeichnete hier die eigentlichen wissenschaftlichen Haltepunkte, indem er[2]) zuerst darauf Gewicht legte, dass, um eine Einsicht in die Verwandtschaft der Thiere zu erlangen, die Organisationstypen von den verschiedenen Stufen der Ausbildung unterschieden werden müssten. Erst das Product aus diesen zwei Factoren gibt die einzelnen grösseren Gruppen, die man Classen genannt hat[3]); *v. Baer* wies hierdurch zuerst nach, dass an eine einreihige Aufstellung des ganzen Thierreichs nicht gedacht werden kann. Jedoch gab derselbe hiermit gleichzeitig den Schlüssel zur richtigen Behandlung der vorliegenden Verhältnisse. Nachdem später die Frage in ihrer Allgemeinheit nur noch von *Reichert* besprochen worden war[4]), versuchte ich dieselbe näher zu beantworten[5]). *Reichert* brachte zuerst die etwa

1) Hierauf macht schon *Burmeister* aufmerksam. Handb. der Entomologie, Bd. I. p. 450.

2) Beiträge zur Kenntniss der niedern Thiere. *N. Act. Ac. C. L. C. nat. cur. Vol. XIII. P. II. p.* 739.

3) *v. Baer*, Entwickelungsgeschichte der Thiere, Bd. I. p. 208.

4) Zur vergleichenden Naturforschung etc. a. a. O.

5) Zur nähern Kenntniss des Generationswechsels, p. 54.

Digitized by Google

nachzuweisende Entwickelungsreihe in Vergleich mit den anderen im Thierreiche auftretenden Differenzirungsreihen. Er hob besonders das morphologisch so wichtige Moment hervor, dass die einzelnen Glieder der hier vorliegenden Entwickelung nicht in continuirlichem Verbande stehen, sondern jedes ein morphologisch verschiedenes materielles Substrat besitze. Aus diesem Grunde nannte er die ganze Reihe eine unterbrochene. Es blieb jedoch noch zu untersuchen, welche Formen der Thierwelt, falls überhaupt der Gedanke an eine Entwickelungsreihe in demselben aufrecht zu erhalten ist, als die Glieder derselben zu betrachten seien. Ich habe früher (a. a. O.) versucht, mit Anknüpfung an die von *v. Baer* gegebenen Winke, diese einzelnen Zustände zu bezeichnen und die ganze Reihe überhaupt etwas schärfer zu charakterisiren, und will jetzt die Hauptpunkte kurz zusammenfassen.

Alle vorher betrachteten Entwickelungsreihen zeigten das Wesentliche, dass sämtliche Differenzirungen an einer gleichartigen, dort materiellen Grundlage auftraten. Die verschiedenen Glieder der einzelnen Reihen wurden durch die Entwickelungszustände selbst, bei der Metagenese jedoch vielleicht durch die eingeschobenen Reihen repräsentiert. Diese Anschauung ist wenigstens in den Fällen sehr nahe liegend, wo anstatt des einmaligen Auftretens neuer Keime wiederholt solche produciert werden, wie bei manchen Arthropoden (wo sich der Vorgang allerdings mehr an die Brutpflege anschliesst). Wollen wir in der Thierreihe eine solche Differenzirungsreihe nachweisen, so wird es darauf ankommen, die gleichartige Grundlage für die einzelnen Differenzirungen und die allgemeine Form für letztere aufzusuchen. Die erstere wird von der Gleichheit des Ausgangspunktes thierischer Entwickelung gegeben. Es wurde oben gezeigt, dass die Bildung des primitiven Eies mit untergeordneten Differenzen überall auf gleiche Weise vermittelt wird; es ist bekannt, dass das Ei überall ein wesentlich gleiches ist. Die Betrachtung der Eier als Grundlage der Entwickelungsreihe im ganzen Thierreiche wird aber dadurch gestört, dass dieselben in keinem materiellen Zusammenhange stehen, wie es für die Keime bei der Metagenese der Fall war. An die Stelle desselben tritt ein anderer Verband, welcher durch das allen Thieren gleichartige Streben zur zusammengesetzteren Differenzirung ausgedrückt wird. Diese letztere ist nun aber ein Product aus zwei Factoren, dem Classentypus und der speciellen Complication; da sich diese so oft wiederholt, als verschiedene Typen eintreten, so wird die Differenzirung vornehmlich in den Typen ausgesprochen sein. Es frägt sich hierbei, ob die morphologischen Typen einer jeden

Digitized by Google

Classe oder die genetischen damit zu meinen sind. Da jedoch unter dem Organisationsgesetz einer Classe nicht bloss das constante Lagerungsverhältnis der Theile zu einander, sondern auch die Art und Weise der allmählichen Complication, durch Störung der vegetativen Gleichheit etc., zu verstehen ist, überdem sich die als Glieder der Gesammtreihe zu betrachtenden Zustände zunächst an das gleichartige Substrat der Eier werden anschliessen müssen, so glaube ich das jeder einzelnen Classe eigene Entwickelungsgesetz, den morphogenetischen Typus, als Glied jener in der ganzen Thierwelt vorliegenden Differenzirungsreihe ansehen zu müssen, welche Anschauung dadurch an Halt gewinnt, als wir den Übergang von einem Bildungstypus zum andern, ausser durch Eigenthümlichkeiten in der Organisation der Thiere selbst, besonders deutlich in deren Entwickelung ausgesprochen finden. Geht man aber nun darauf aus, in der Thierreihe selbst diese Glieder zu bestimmen, so trift man noch auf andere hierbei zu berücksichtigende Verhältnisse. Da hier nur von den morphologischen Verhältnissen die Rede ist, so werden zunächst die Hauptmomente der thierischen Form zu berücksichtigen sein. Nach der oben mitgetheilten Übersicht sind die strahlige Anordnung und die seitliche Symmetrie mit einem den Übergang zwischen beiden vermittelnden Plane die Hauptformen. Die allgemeinen, diesen dreien entsprechenden Entwickelungstypen werden daher zunächst die Hauptglieder darstellen, etwa den einzelnen Reihen bei Metagenese entsprechend. Innerhalb derselben findet jedoch wiederum eine entsprechende Gliederung statt, insofern schon bei der ersten Form:

Strahlige Entwickelung — strahliges Thier, die Endglieder, die Ctenophoren eine entschiedene Übergangsform zum seitlich symmetrischen Typus bilden. Ebenso ist in der zweiten Haupt gruppe eine Steigerung nicht zu verkennen. Die Form:

Bilaterale Entwickelung — strahliges Thier, führt nämlich einmal zu entschieden strahligen Thieren (Comatulinen?), dann zu Formen, welche (Asterien und Echinen) ebensowol radiär als seitlich symmetrisch zu beobachten sind, und endlich zu den wurmförmigen Holothurioiden, in denen der seitlich symmetrische Typus über den radiären vorwaltet. Das letzte Hauptglied endlich,

Bilaterale Entwickelung — bilaterales Thier, beginnt gleichfalls mit den für seinen Typus charakteristischsten gestreckten, mit zahlreichen, vegetativ gleichen Segmenten versehenen Würmern, an welche sich die Arthropoden mit gestörter Gleichheit der Segmente anschliessen. Durch Reduction der Zahl der letzteren führen sie zu den Mollusken mit einem in functionell verschiedene

Digitized by Google

Theile getrennten Körper. Den Schluss bilden endlich die Wirbelthiere, bei welchen sich die Hauptmomente der Gliederthiere und Mollusken in der ihnen eigenen doppelt symmetrischen Gestaltung wiederholen.

Es stellt sich hierbei das hier noch anzudeutende Moment heraus, dass in den niederen Abtheilungen des Thierreichs jede Classe einem Entwickelungstypus und so einem Differenzirungsgliede entspricht, während in den höheren Gruppen die Differenzirungen des Haupttypus diese Stelle einnehmen, was dadurch seine Erklärung findet, dass die Differenzirungen selbst, je höher wir in der Thierreihe aufsteigen, um so mehr die doppelte Beziehung der gesammten Form und der histiologischen wie organologischen Complication erkennen lassen.

Achtes Capitel.

Die Brutpflege, Neomelie.

§. 41.

Wir kommen jetzt zu einem eigenthümlichen Kreise von Erscheinungen, welche mit der Entwickelung der Thiere wol zusammenhängen, sich jedoch weder an ihr betheiligen, noch irgend einen morphologisch nachweisbaren Einfluss auf dieselbe ausüben. Seitdem *Steenstrup* in seiner Schrift über den Generationswechsel die Brutpflege als den meisten niederen Thieren zukommend beschrieben hatte, hat dieselbe bis heute gar viel von sich reden machen, um so mehr, als mit diesem Namen ein bestimmter morphologischer Begriff sich nicht verbinden liess, teleologischen Betrachtungen daher Thür und Thor geöffnet war. Wie schon der Name ausdrückt (welchem ich der leichteren Flectionsfähigkeit und Übersetzbarkeit wegen das Wort „Neomelie“ substituiert habe[1])), sollen unter diesem Begriffe alle jene Einrichtungen begriffen werden, welche sich auf die Ermöglichung und Sicherung der Entwickelung der jungen Brut beziehen. Es bieten sich jedoch nur zwei Reihen von Erscheinungen dar, deren Wahrnehmung direct auf den Begrif der Neomelie führen; in der ersten sehen wir, dass sich die Eltern oder besondere, an der Zeugung unbetheiligte Individuen der Sorge um die Brut annehmen;

1) Schon in einer im October 1851 in der *Société de Biologie* in Paris gelesenen Abhandlung.

Digitized by Google

auf die zweite werden wir durch die Analyse der Metagenese geführt. Wie nämlich hier die Ammen provisorische Entwickelungszustände darstellen, deren Bedeutung für die Morphologie der Entwickelung schwindet, sobald sie durch Production des neuen Keimes für die Fortführung desselben gesorgt haben, so sehen wir in manchen Fällen einmal eine Mehrzahl neuer Keime von dieser Zwischenform ausgehen und dann diese selbst über die Dauer ihres genetischen Werthes persistiren. Da das Leben der Ammen aber nach der erfolgten Production des neuen Keimes für die Entwickelung selbst ganz gleichgültig ist, so bringen wir sie, und gewiss ganz mit Recht, mit jenen Individuen in Verbindung, welche, ohne sich je am Zeugungsacte zu betheiligen, nachweisbar die Pflege der jungen Brut übernehmen.

Es ist jedoch hierdurch noch wenig Anhalt gewonnen zur Entscheidung der Frage, ob in einem gewissen Falle neomeletische Erscheinungen vorliegen oder nicht, und es ist wol von Interesse, die allgemeine Bestimmbarkeit derselben zu untersuchen.

Es wurde oben gezeigt, dass, wenn man die Art, diese „relative Realität“[2]), als ein lebendes Wesen ansieht, aus dem Functionskreise des Lebens nur die Function der Selbsterhaltung übrig bleibt, indem die Fortpflanzung der Individuen keine Fortpflanzung oder Vermehrung der Art, sondern nur einen Wechsel der materiellen Träger derselben, den Stoffwechsel der Species bildet. Wie der Stoffwechsel des Individuum gewisse assistirende Functionen erkennen lässt, so wird es auch der der Art thun, und die meisten dieser letzteren fallen in das Bereich der Neomelie. Es werden wenigstens alle neomeletischen Erscheinungen sich auf das Leben der Art, nicht auf das der Individuen beziehen. Ist auch freilich hierdurch noch nicht die Möglichkeit gegeben, dieselben morphologisch zu charakterisiren, so wird sich doch bei allen hierher gehörigen Formen das Übereinstimmende finden, dass dieselben, sei es durch besondere Organe oder durch Unvollständigkeit ihrer Functionsgruppen, sei es durch Verlängerung ihres individuellen Lebens über den, morphologischerseits denselben zuzuweisenden Zeitabschnitt (welcher mit dem Momente der Fortpflanzung, streng genommen, enden würde) von der normalen Form und Zusammensetzung eines Individuum abweichen. Neometisch wird daher alles das zu nennen sein, was entweder die aus-

---

2) Edw. Forbes, *On the supposed analogy between the Life of an Individual and the Duration of a Species.* Jameson's *Edinb. New. Philos. Journ. no. CV. p.* 130.

schliessliche Sorge für die Entwickelung der producierten Brut, oder die Production einer zahlreicheren Nachkommenschaft in einer der eben erwähnten Art und Weisen ermöglicht, wobei jedoch ausdrücklich zu bemerken ist, dass, da die betreffenden Einrichtungen in irgend welcher Beziehung zur Morphologie der Thiere selbst stehen, auf hypothetische Erklärung der etwa hierbei concurrirenden Elementarvorgänge nicht eingegangen werden darf, um so weniger, als die auf diese Weise erlangten Anschauungen leicht von den gerade vorliegenden und zu erklärenden Erscheinungen abführen.

§. 42.

An das anknüpfend, was sich als allen Formen der Neomelie eigenthümlich herausgestellt hatte, wird eine Übersicht über dieselben mit den an Individuen auftretenden neomeletischen Erscheinungen zu beginnen haben. Die einfachsten hierher gehörigen Fälle sind die schon oben (§ 25, *c.* p. 194) erwähnten. Entsprechend der grösseren Complexität und Compendiosität des Baues höherer Thiere, sind bei diesen die durch directe Beobachtung der Lebensgeschichte als neomeletische zu bezeichnenden Einrichtungen an den zeugenden Individuen selbst angebracht. Bei niederen Thieren sehen wir jedoch hierfür besondere Individuen auftreten. Die Arbeiterindividuen der Insectencolonien sind das nächste Beispiel hierfür. Um jedoch das Geschäft der Zeugung selbst zu erleichtern, sind weiter die Geschlechtsthiere in Bezug auf ihre Function so vereinfacht, dass sie nur die Zeugung, alles Übrige andere zu besorgen haben. Auf diese Weise wird der Polymorphismus der Individuen die ausgebildetste Form der Neomelie an Individuen. Es tritt jedoch schon bei den Individuen jene andere Möglichkeit neomeletischer Beziehungen auf, und zwar besonders bei höheren Thieren (natürlich nicht gesetzlich, aber doch ziemlich allgemein). Während sonst die geschlechtlich entwickelten Thiere mit, oder unmittelbar nach, der Production der neuen Brut ihr individuelles Leben, was nun der Art genügt hat, enden, sehen wir höher organisierte Thiere, wie ausdauernde Pflanzen, die erste Geburt überleben und ihnen dadurch die Möglichkeit gegeben, den Act der Zeugung zu wiederholen; und selbst nach völlig beendetem Zeugungsalter persistiren die Individuen, um dem Leben der Art noch irgend mögliche Dienste zu leisten, welche nicht ihnen, sondern späteren Generationen zu Gute kommen. — Es findet sich jedoch ausser den erwähnten Formen noch eine andere Erscheinung, welche als elementäre Form der Brutpflege betrachtet werden kann, die Befruchtung. Gegenüber den weiblichen, rein producirenden Individuen treten noch andere auf,

Digitized by Google

die am Zeugungsgeschäft sich nur insofern betheiligen, dass sie den, zu wiederum productionsfähigen Individuen sich entwickelnden Eichen den ersten Anstoss zur Entwickelung geben (s. p. 57). Die sich hieran schliessenden Consequenzen sind jedoch so eigenthümlich, dass, ehe sie ausgeführt werden, wol noch Thatsachen abgewartet werden müssen, um sie nicht als gar zu paradox erscheinen zu lassen[1]). — Endlich gehört das Vermögen, ungeschlechtlich Junge zu produciren, hierher.

Der Polymorphismus der Individuen bildet den Übergang zur zweiten Form der Neomelie, welcher jedoch gleichzeitig auch durch die Langlebigkeit höherer Thiere vermittelt wird. Waren es dort nur Individuen, selbst nur Einrichtungen an einzelnen derselben, so treten hier besondere Generationen als neomeletische auf. Hierher gehören zahlreiche Fälle von Metagenese, wobei dieselbe entweder durchaus nicht in das Entwickelungsgesetz der Classe gehört, in welcher sie vorkömt, oder neben ihrer typischen Bedeutung die Neomelie übernimt. Die Art und Weise, wie sie dieselbe vermittelt, schliesst sich eng an die bei den Individuen erwähnten Arten an. Die vorwaltende ist jedoch hier die, dass die Ammen über die ihnen als blosse Entwickelungszustände zukommende Lebensdauer hinaus persistiren und dadurch einmal die Möglichkeit erhalten, entweder sich direct an der Pflege der Brut zu betheiligen oder eine zahlreichere Brut in wiederholten Geburten zu erzeugen. Wie die höheren Pflanzen dergleichen Ammenstöcke bilden, so bleiben auch die Ammen vieler niederen Thierformen (welche ausserdem die Fähigkeit haben, sich durch Knospen und dergl. zu vervielfältigen, ehe sie die Keime für die endlichen Geschlechtsthiere produciren) zeitlebens zu Ammenstöcken vereinigt. Hierher gehören die Hydroiden Acalephenammen. Doch ist diese Bildung von Thierstöcken nicht allemal mit dieser Form der Neomelie verbunden. Eines der am häufigsten untersuchten Beispiele derselben bieten die Aphiden. Auch hier zeigt sich aber das Charakteristische, dass, wie man in gewissem Sinne die einzelnen, monogen erzeugten Keime und deren Differenzirungsreihen als Glieder der ganzen, allgemein continuirlichen Entwickelungsform betrachten kann, so auch die Neomelie von besonderen Generationen einer unbestimmten Zahl einzelner Individuen übernommen wird.

Wenn es oben erlaubt war, die Frage, ob in der Thierwelt im Allgemeinen eine Entwickelungsreihe angenommen werden könne,

---

1) Wichtige Aufschlüsse hat mein verehrter Gönner und Freund, Prof. *v. Siebold*, zu geben versprochen.

Digitized by Google

mit dem Versuche zu beantworten, die Glieder derselben und ihr Verhältnis zu anderen Formen von Differenzirungsreihen nachzuweisen, so liegt der Gedanke nahe, dass sich in dieser grossen Entwickelungsreihe gleichfalls neomeletische Erscheinungen nachweisen lassen werden. Um das Folgende noch übersichtlicher zu machen, erinnere ich noch einmal daran, dass in der einfachen continuirlichen Entwickelungsreihe die einzelnen Entwickelungszustände die Glieder der Reihe darstellten, und dass ferner diesen entsprechend die einfachsten Formen von Neomelie an oder mit einzelnen Individuen auftraten. In der allgemein continuirlichen Reihe, mit Metagenese, konten die einzelnen mit den verschiedenen keimfähigen Grundlagen beginnenden Differenzirungsreihen als Glieder der allgemeinen betrachtet werden. Auch hier fand sich ein entsprechendes neomeletisches Verhältnis, indem die persistirenden Ammen und monogen producierten Generationen die Aufgabe der Neomelie zu erfüllen hatten. In beiden Fällen waren es nicht die allgemein morphologischen Verhältnisse, welche neomeletisch wurden, sondern es fanden sich gewisse, durch ihre materiellen Träger praktisch in die Erhaltung der Brut und dadurch der Art eingreifenden Momente, welche wir eben als zur Brutpflege gehörig erkennen mussten. Wenn wir daher versuchen, in der durch das Thierreich repräsentierten Reihe neomeletische Erscheinungen als solche zu bezeichnen, so ist zunächst Anfang und Ende der Reihe zu bestimmen. Dies findet sich leicht, wenn wir die Complication des thierischen Baues als Maasstab benutzen, wo wir die dem Eizustande der übrigen Thiere so nahe stehenden Protozoen als das Anfangsglied, den Menschen, den compliciertest und am höchsten individualisierten Organismus, als das Endglied erhalten. Glieder der Reihe waren die einzelnen Entwickelungstypen, welche ich oben kurz charakterisiert habe. Vergleichen wir dies nun zunächst mit der Metagenese, so haben wir besonders darauf zu achten, dass hier das vorzüglich Charakteristische der Neomelie die Persistenz der Ammen, der Zwischenglieder der Reihe, war, welche dadurch die Entwickelung des Endgliedes (des Artrepräsentanten) erleichterten oder ermöglichten. Schreiten nun die Vermittler der Neomelie in ähnlicher Weise fort, wie die Glieder der Reihe, als welche wir erst einen Entwickelungszustand, dann eine Entwickelungsreihe, endlich einen Entwickelungstypus zu bezeichnen hatten, so werden wir hier auf die eigenthümlich organisierten Individuen und auf die materiell in die Erhaltung der Art eingreifenden neomeletischen Generationen nothwendig die materiellen Träger der Entwickelungstypen

Digitized by Google

folgen lassen müssen, welche als neomeletische Gruppen, über die ihnen als Entwickelungsglieder eigene Lebensdauer persistirend, die Entwickelung und Erhaltung der nächst höheren und endlich des höchsten Gliedes erleichtern und ermöglichen. Es ist daher die gleichzeitige Existenz der verschiedensten Stufen des Thierreichs genau analog der Persistenz der Ammen bei Metagenese; die Repräsentanten desselben, die einzelnen Thierclassen, sind neomeletische Gruppen in Bezug auf den Menschen, wie die persistirenden Hydroidencolonien es in Bezug auf die ihnen folgende Akalephenbrut waren[2]).

Neuntes Capitel.

Die ersten Entwickelungserscheinungen im Eie.

§. 43.

Es wurden bis jetzt die verschiedenen Formen der Entwickelung und ihr Verhältnis zu einander ohne Rücksicht auf die Betheiligung des Eies an denselben besprochen. Ehe jedoch die einzelnen Thierclassen nach ihrem Entwickelungsplane durchgegangen werden, ist es nöthig, die ersten Vorgänge im befruchteten Eie zu betrachten, da dieselben allen Thierclassen im Wesentlichen ganz gleichmässig zukommen und nur in Bezug auf die erste Embryonalanlage von einander abweichen. Um die Unterschiede, welche sich hierbei am Eie zeigen, zu würdigen, muss an die oben gegebene Darstellung der Bildung der Eier (s. p. 173) erinnert werden. Schon dort wurde hervorgehoben, dass der wesentliche Theil des Eies eine Zelle (Keimbläschen) mit Kernen und Kernkörperchen (Keimfleck und Keimkernchen) war, um welche das Bildungsmaterial des künftigen Thieres als Dotter, und zwar zunächst als Bildungsdotter, sich ansammelte. Vor dem Austritte des Eies aus dem mütterlichen Körper erhielt das Ei entweder direct eine umhüllende Membran, oder es trat vorher noch eine nicht direct in den Körper des Embryo übergehende, sondern ihm nur als Nahrungsmaterial dienende secundäre Dottermasse zum Eie, der Nahrungsdotter, um welchen dann erst die Dotterhaut gebildet wurde. Der Bedeutung dieser beiden Gebilde entsprechend, sehen wir die wesentlichen Vorgänge nach der Befruchtung nur am eigentlichen Bildungsdotter auftreten.

---

2) Ich habe diese Beziehungen bereits 1849 (zur näheren Kenntnis des Generationswechsels p. 63) angedeutet und 1851 (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 370) sehr kurz in der oben ausführlicher mitgetheilten Form erwähnt.

Digitized by Google

Es wurde ferner schon oben hervorgehoben, dass das Ei sich mit irgend einem histiologischen Elementartheile des Thierkörpers nicht, oder nur sehr gezwungen vergleichen liess. Der Thierkörper besteht aber, und zwar schon die erste Anlage desselben im Eie, aus elementären Zellen. Der erste Vorgang im Eie wird daher darauf gerichtet sein müssen, aus dem Agglomerat bildungsfähiger Substanz einen Haufen von Zellen zu bilden, welche histiologisch in die Embryonalanlagen direct eingehen können. Diese Bestimmung erfüllt der bei allen Eiern nachzuweisende

Furchungsprocess. Ohne an diesem Orte auf die in Betreff dieses Vorganges noch vorhandenen Controverspunkte einzugehen, will ich hier nur die wesentlichsten Erscheinungen desselben beschreiben. In dem aus Keimbläschen und Bildungsdotter bestehenden Eie schwindet sehr bald nach der Befruchtung, in manchen Fällen sogar vor diesem Acte, das Keimbläschen, oder vertauscht wenigstens seine excentrische Lage mit der centralen. In dem Dotter entsteht dann als erster Act der Individualisirung ein Kern, zu dem sich jener wie ein umhüllender Inhalt verhält. Dieser sich durch die Differenzirung von Kern und Inhalt an die Zellen bereits anschliessender Ballen bildungsfähiger Substanz lässt nun ganz nach der oben (p. 87) für die Zellen beschriebenen Weise eine an der Oberfläche des Dotters eine Furche bildende Spaltung erkennen, wobei der Kern sich zunächst theilt und die Dottermasse um die auseinanderrückenden neuen Kerne (die sogenannten hellen Flecke der Furchungskugeln) sich als neuer Zelleninhalt sammelt. Da im Allgemeinen die Dottermembran, welche sich an diesem Vorgange nicht betheiligt, die Dottermasse ziemlich eng umgibt, so tritt die Dottertheilung unter dem Bilde der endogenen Zellenvermehrung auf; nur selten kommen Fälle vor, wo die Theilung des Kernes oder des Dotters durch die lockere Umhüllung der Dotterhaut u. s. w. die Erscheinung einer sogenannten Theilung ermöglicht, wobei der sich theilende Körper sich zunächst verlängert, dann biscuitförmig wird, endlich in zwei neue sich abschnürt. Diese Dottertheilung schreitet nun so lange fort, bis die resultirenden Dotterballen die Grösse der Embryonalzellen erreicht haben, wo sie dann in die Bildung der Embryonalanlagen eingehen. Auf diese Weise stellt sich der Dottertheilungsprocess als Einleitung zur Embryonalentwickelung, als Vorläufer der Zellenbildung dar; und es ist ersichtlich, dass sich an ihm nur die Dotterart betheiligen wird, welche eben direct in den Körper des Embryo überzugehen bestimmt ist. Besteht daher ein Ei nur aus Bildungsdotter, so wird der Furchungsprocess ein totaler sein,

Digitized by Google

hat es ausserdem Nahrungsdotter, so erscheint er nur an der Stelle, wo der Bildungsdotter liegt, meist an einer Stelle der Oberfläche, zuweilen jedoch mehr im Innern des Eies. Im letzteren Falle werden natürlich keine Furchungen an dessen Oberfläche entstehen können, der Vorgang erscheint nur als Zellenbildung im Innern desselben. Auf diese Form sind die Beispiele der Entwickelung ohne vorhergehenden Furchungsprocess zu beziehen, wie ja die äussere Erscheinungsweise des Vorganges durch mancherlei Zufälligkeiten bedingt wird, welche wol sein Auftreten überhaupt larviren, ihm seine Eigenthümlichkeiten jedoch nicht nehmen können.

Ich habe im Vorigen die Abschnitte des sich theilenden Dotters nur Ballen genannt und das Auftreten von Membranen an denselben ganz unberücksichtigt. Es wurde schon oben (p. 88) der Unsicherheit gedacht, welche in Bezug auf das Vorhandensein der letzteren herrscht. Auch in Bezug auf die Natur der Kerne der Furchungskugeln ist man noch nicht ganz entschieden, obschon hier immer mehr Beobachter das eben geschilderte Verhältnis angeben. Was nun die Anwesenheit der Membranen betrifft, so ist es wol verdriesslich, dass man über einen scheinbar so leicht zu constatirenden Punkt noch zu keinem definitiven Abschlusse gelangt ist; indess hat man meiner Ansicht nach ihren Einfluss auf die Bedeutung der Dotterballen als Zellen oder als keine solchen weit überschätzt. Es ist doch ganz entschieden, dass der Furchungsprocess das morphologisch nicht direct zu verwendende Bildungsmaterial des Eies in eine histiologische Elementarform überführt. Diese ist die Zelle; als solche stellen sich ebenso entschieden alle letzten Theilungsresultate des Dotters dar. Obschon ich nun der Ansicht bin, dass sich schon ziemlich frühe Zustände des sich theilenden Eies als mit einer Membran umgeben darstellen, so glaube ich doch nicht, dass nur hierdurch der Beweis gegeben sei, dass dieselben Zellen sind. Schon ehe die Dotterballen die Grösse der endlichen Embryonalzellen erreicht haben, sollen sich nach der Angabe vieler neueren Beobachter dieselben alle plötzlich mit Membranen umgeben. Es handelt sich also darum, ob die Dotterballen schon vor diesem weder physiologisch noch morphologisch irgendwie zu charakterisirenden Zeitpunkte als Zellen aufgefasst werden dürfen, d. h. mit anderen Worten, ob es membranlose Zellen geben könne. Der vorsichtige *Leuckart* nennt sie (Artikel Zeugung p. 924) unvollständige Zellen. Dieser Ausweg scheint mir nicht ganz passend, indem dann ein Gebilde, dem ausser der Membran noch der Kern und der Inhalt fehlt, mit demselben Scheine des Rechts eine noch unvollständigere Zelle genannt zu werden verdiente. Da der Dottertheilungsprocess jedenfalls die Einleitung zur Embryonalzellenbildung darstellt, so wäre es passender, die Dotterballen Übergangsformen zu Zellen zu nennen. Wie jedoch *Kölliker* die Furchung ohne Weiteres der endogenen Zellenbildung unterordnet, so scheint mir jeder Dotterballen einer Zelle zu entsprechen. Wenn ich auch nicht mit *C. Vogt* jede irgendwie vom Inhalte differirende Rindenschicht als Membran

Digitized by Google

angesehen wissen möchte, so hat für mich die materielle Individualisirung der Dotterelemente einen grösseren Werth als ihre schematische „Vollständigkeit." Da im Eie die einzelnen Furchungsballen nicht ineinanderfliessen, so bildet eben hier eine Membran keine nothwendige Bedingung ihrer Isolirung. Es würden daher selbst in dem Falle, dass die Furchungskugeln keine Membranen besässen, dieselben doch als Zellen aufzufassen sein, ebensogut wie es ja im entwickelten Thierkörper Zellen gibt, deren Membranen nicht mehr nachweisbar sind.

§. 44.

Hat sich das Ei durch den Furchungsprocess in eine Masse histiologisch verwendbarer Zellen verwandelt, so bildet sich, ehe irgend eine Organanlage an demselben auftritt, eine das Individuum nach aussen begrenzende Hülle, welche, allmählich die Rolle der Dotterhaut übernehmend, gleichzeitig auch auf die im Embryo stattfindenden elementarphysikalischen Vorgänge einen Einfluss zu haben scheint, indem wenigstens beim Froschei *Reichert* nachgewiesen hat, dass der anfangs körnerreiche Inhalt der dieselbe bildenden Zellen allmählich sich aufhellt. Hat man auch das letztere Verhalten noch nicht bei anderen Thierclassen constatiert, so hängt dies wol mehr davon ab, dass man überhaupt bis jetzt verhältnismässig wenig auf das mikroskopische Verhalten der bei der Entwickelung concurrirenden Zellen geachtet hat. Sicher scheint dagegen das allgemeine Vorkommen jener Hülle zu sein, welche ich mit *Reichert* die Umhüllungshaut nennen werde. Es stellt dieselbe überall die peripherischste Schicht der Embryonalzellen dar, welche sich nicht an dem organologischen Aufbau des von ihr umschlossenen Embryo betheiligt (oder nur indirect, wovon unten), dagegen ihre Gegenwart durch eine sehr allgemein verbreitete Erscheinung kund gibt. Es ist dies die Drehung des Eies. Diese Rotation, welche nach *Grant's* Entdeckung von der Gegenwart von Cilien an der Oberfläche des Eies abhängt, ist entweder eine langsam stetige, wie in den Fällen, wo das Ei rotiert, wenn es noch von Eiweiss umgeben ist, oder sie erinnert ganz an selbständige Locomotion, wie bei den meisten niederen wirbellosen, wo das sogenannte Infusorienstadium eigentlich nichts anderes ist, als das Resultat der sehr frühen Geburt eines noch im Eie rotirenden Embryos. Bei Wirbellosen sah diese Rotation *Leeuwenhoek* und *Swammerdam* zuerst, letzterer auch zuerst bei Fröschen, *Carolini* fand sie dann bei Fischen; *Bischoff* sah sie dann bei Caninchen, verlegt sie doch wol in eine zu frühe Zeit; sie kann erst nach vollendeter Furchung eintreten, da die sie bewirkenden Cilien den Zellen der Umhüllungshaut angehören. Geht man dieser

Digitized by Google

Drehung im Thierreiche nach, so findet man sie schon bei Polypen, wie *Grant* und *Rathke* beobachteten; bei Medusen sahen sie *Ehrenberg* und *v. Siebold;* ebenfalls nach vollendeter Furchung tritt sie bei Echinodermen auf. Der Embryo der Würmer umgibt sich zwar auch allmählich mit einer Zellenschicht; Flimmerung hat man jedoch bis jetzt nur bei Trematoden und in der Form von Wimperkränzen und dergl. bei Kiemenwürmern gefunden. Bei Arthropoden fehlt, wie überall so auch hier, die Flimmerung; die Umhüllungshaut scheint hier in die Epidermis der Larve überzugehen. Bei Mollusken hat man dagegen wieder Cilien als Ursache der schon lange bekannten Rotation der Eier erkannt; ebenso, wie erwähnt, bei Wirbelthieren mit Ausnahme der Vögel, wo die Umhüllungshaut ohne Cilien ist (dieselben würden auch kaum den massigen Dotter zu bewegen vermögen). In Betreff der weiteren Veränderungen der Umhüllungshaut, so ist zunächst zu bemerken, dass sie im Allgemeinen von den unter ihr gelegenen Embryonalanlagen getrennt bleibt, weshalb auch der zuweilen als gleichbedeutend gebrauchte Name „Keimhaut, Blastoderma“ zu vermeiden ist. Entsprechend ihrer embryonalen Bildung ergibt sich, dass sie überall früher oder später verloren geht; und zwar tritt dieser Verlust bei Wirbelthieren und (?) Mollusken allmählich ein, bei Arthropoden und Würmern wird sie Trägerin der Larvenorgane, mit denen sie gemeinschaftlich abgestreift wird, endlich bildet sie bei den Radiaten in den Fällen von Metagenese die Haut der Ammen. Nur bei den Anthozoen geht sie vielleicht in die bleibende Epidermis über.

Bis zur Vollendung dieser Hülle ist die Entwickelung bei allen Thieren wesentlich dieselbe. Jetzt tritt jedoch im weiteren Verlaufe derselben eine Verschiedenheit auf, welche zuert *v. Baer* untersucht hat. Das Resultat seiner vergleichenden Untersuchungen war zunächst das, dass in jedem Eie sich das Allgemeine zunächst zeige, welches durch fortgesetzte Differenzirung sich in das Speciellste der sich entwickelnden Thierform verwandle. Die Art und Weise, wie diese morphologische Differenzirung, welche er übrigens schon als mit der histiologischen gleichen Schritt haltend nachwies, allmählich auftritt, brachte er zuerst in Zusammenhang mit dem morphologischen Typus der Classen, und nach ihm entspricht

dem peripherischen Typus (Radiaten) die strahlige Entwickelung,
dem massigen Typus (Mollusken) die gewundene Entwickelung,
dem Längentypus (Annulaten, Arthropoden) die symmetrische Entwickelung, endlich
dem Wirbelthiertypus die doppelt symmetrische Entwickelung.

Hatte *v. Baer* auch hierdurch nachgewiesen, dass jeder der Haupttypen des Thierreichs eine ihm eigenthümliche Form der Entwickelung besitzt (deren Zusammenhang oben nachzuweisen versucht wurde), so blieb noch übrig, das Verhältnis des Eies zu den einzelnen Embryonalanlagen zu untersuchen. Er erwähnt allerdings schon, dass sich der Keim bei manchen Thieren in Keimhaut und Embryo scheide, macht auch darauf aufmerksam, dass die dem Dotter zugekehrte Seite des Keimes überall der verdauenden, plastischen entspreche, doch gieng er noch nicht darauf ein, die Entwickelungsformen der Thiere nach dem Antheil des Eies an der primitiven Bildung des Embryo einzutheilen. Mit Zugrundelegung der seit *v. Baer's* Werke bekannt gewordenen Entwickelung vieler wirbellosen Thiere und nach eigenen Untersuchungen gab dann *Kölliker* 1844 eine solche Eintheilung[1]). Auf dieselbe gründet sich die gleich zu gebende Übersicht der verschiedenen Entwickelungsweisen. Es ist jedoch noch nöthig, vorher auf Einiges aufmerksam zu machen, was bei einer Betrachtung der Entwickelung bis jetzt, wie mir scheint, nicht genug berücksichtigt worden ist und was daher zu manchen Meinungsverschiedenheiten Veranlassung gegeben hat. In Betreff der Hölen, welche die Thierkörper zeigen, ist zunächst zu bemerken (worauf *Reichert* schon früher mit Recht Werth gelegt hat), dass dieselben sich auf drei verschiedene Weisen bilden können. Einmal entsteht in einem anfangs durchweg soliden Theile durch Auflösung der central gelegenen Zellen eine Höle, dann verwandeln sich um einen schon gegebenen Inhalt die nächst gelegenen Zellen zu Wandungen; endlich entsteht Inhalt und Wand flächenartig über einander ausgebreitet und werden erst durch eine secundäre Umbiegung und endliche Verschmelzung der freien Ränder zu einem wirklichen Canal oder einer Höle. Wir sehen alle drei Arten der Hölenbildung in der Entwickelung der verschiedenen Classen auftreten, es werden sogar mehrere derselben häufig beim Aufbau eines Organismus benutzt (Wirbelthiere). Es ist diese Verschiedenheit insofern für die Beurtheilung der Entwickelung von Wichtigkeit, als am Thierkörper überall Hölen und Canäle auftreten, welche in ihren Hauptgruppen nicht unwichtige Charaktere der einzelnen Classen abgeben, und deren Bildung an dem einfach kugelförmigen Eie auf verschiedene, meist ebenfalls charakteristische Weise stattfindet.

Eine andere, ziemlich allgemein verbreitete Ansicht betrift die Spaltung des Keims in einzelne über einander gelegene Blätter. Seit-

1) Entwickelung der Cephalopoden.

Digitized by Google

dem *Pander* beim Hühnchen gezeigt hatte, dass die Primitivorgane nicht bloss räumlich getrennt, mit besondern Anlagen entstünden, sondern nach functioneller Verwandtschaft in verschiedene Blätter vereinigt auftreten, hat man sich auch bei den meisten anderen Thierclassen bemüht, diese Sonderung des Keims nachzuweisen. Ich glaube aber mit Unrecht. Es ist nämlich hier festzuhalten einmal, dass sämtliche Organe eines Thieres entweder direct an der Stelle angelegt werden, an welcher sie das entwickelte Thier zeigt, oder dass sie in einer solchen Weise neben einander auftreten, dass sie durch Biegungen des ganzen Keims selbst in jene Lage gebracht werden. Das erste Verhalten wird sich bei Eiern finden, deren sämtliche Substanz in den Körper des Embryos eingeht, das letztere bei solchen mit Nahrungsdotter, wo die durch die Gegenwart des letzteren etwas beschränkte Räumlichkeit im Ei eine möglichste Compendiosität in der topographischen Anordnung bedingt. Dann ist hierbei noch zu bemerken, dass die Annahme von Blättern in mancher Beziehung mit dem Nachweise einer histiologischen Sonderung sich kreuzt. Mit Ausnahme der allereinfachst organisierten Thiere gehen die meisten Organe nicht direct aus einer einfachen Metamorphose der unregelmässig durch's Ei zerstreuten Embryonalzellen hervor, sondern durch eine regere Zellenvermehrung an gewissen Stellen werden dieselben zuerst als Zellenmassen angelegt, welche sich dann erst in die einzelnen histiologischen Bestandtheile der Organe verwandeln. Bei gleichzeitigem Vorhandensein von Nahrungsdotter werden daher häufig flächenartig ausgebreitete Organanlagen als Blätter gedeutet werden können, zumal da in diesem Falle allerdings zuweilen mehrere, durch eine mehr oder weniger indifferente Zellenschicht verbunden, Blätter darstellen. Hieraus aber auf die Anwesenheit derselben in allen Eiern schliessen zu wollen, ist durchaus nicht gerechtfertigt. Eine ähnliche Verwechselung scheint auch zuweilen in Betreff der ersten Embryonalanlage überhaupt stattgefunden zu haben. Nach derselben theilt man nämlich die Entwickelungsweise ein (*Kölliker*): in Entwickelung mit der ganzen Oberfläche auf einmal (*ex omnibus partibus Köll.*) und in solche mit einem Primitivtheile (*ex una parte*), von welchem die weitere Ausbildung und morphologische Gestaltung des Körpers ausgeht. Auch hier hat man wol manchmal die theilweis auftretende Anlage am Bildungsdotter für gleichwerthig einem Primitivtheile gehalten. Doch ist dieses Misverständnis nur von untergeordnetem Belange und leicht zu vermeiden.

Die Entwickelung der einzelnen Classen gruppiert sich nun mit Rücksicht auf die Betheiligung des Eies in folgender Weise:

Digitized by Google

A) *Evolutio ex omnibus partibus.* Der Embryo nimt sogleich im Ganzen die Körperform des entwickelten Thieres an.

1. Histiologische Sonderung der einzelnen Organe tritt erst spät auf; die Körperhöle wird durch Einstülpung gebildet (überall?). . . . . Coelenteraten.
2. Histiologische Sonderung tritt gleichzeitig mit dem Abschlusse der Körperform auf; die Hölen bilden sich durch Verflüssigung centraler Zellen (und Einstülpung?):
   a) der Embryo wächst (wenigstens theilweise) strahlig in der Fläche: . . . . Echinodermen,
   b) der Embryo wächst in der Richtung der Längenachse: . . . . Würmer.

B) *Evolutio ex parte.* Der Embryo entsteht mit einem oder mehreren Primitivtheilen.

1. Im Embryo tritt ursprünglich eine Sonderung in animale und vegetative Organgruppen auf:
   a) Die Summe der am Rücken gelegenen vegetativen Organe wird von seitlichen Verlängerungen der ventral gelegenen Organe in eine Höle eingeschlossen, wobei die Bauchfläche:
      α) frei bleibt: . . . . Annulati,
      β) oder frei nach unten ragende Anhänge entwikkelt: . . . . Arthropoden;
   b) die animalen und vegetativen Organgruppen stellen ohne eine mittelbare Hölenbildung direct das Oben und Unten dar: . . . . Mollusken.
2. Das Centralnervensystem mit den nächsten assistirenden Primitivorganen wird zuerst von der im Dotter enthaltenen Summe von Organen geschieden, Hölenbildung wird durch Verlängerung von Wülsten, durch Einstülpung und durch Verflüssigung vermittelt: . . . . . Wirbelthiere.

Das Weitere wird sich nun bei Betrachtung der Entwickelung der einzelnen Classen ergeben. Nach dem schon früher über die Protozoen Mitgetheilten wird man sich nicht wundern, dieselben hier nicht zu finden, indem streng genommen bei ihnen von keiner Anlage oder histiologischen Differenzirung die Rede sein kann. Von ihnen wird zunächst gehandelt[3]).

---

3) Ausser den monographischen Arbeiten ist über die Entwickelungsgeschichte im Allgemeinen nur wenig erschienen. Nächst dem, was *v. Baer* in seiner Ent-

Digitized by Google

Zehntes Capitel.

Entwickelung der einzelnen Classen.

§. 45.

Protozoen.

Es wurde oben (§. 25) gezeigt und später vielfach darauf Bezug genommen, dass die Entwickelung der Thiere überall an bestimmten, vom mütterlichen Körper nach Art eines Secretionsproductes gebildeten Grundlagen vor sich gieng, den Eiern, welche in einem als Drüse zu deutenden, histiologisch differenzierten Organ auftreten, dem Eierstock, und zu ihrer Entwickelung den anregenden Einfluss des männlichen, gleichfalls in besonderen Organen bereiteten Samen bedürfen. Der Zusammentritt dieser beiden Gebilde und die darauf folgende Entwickelung des Eies charakterisiert die geschlechtliche Fortpflanzung, welcher überall eine Trennung der Organgruppen der zeugenden Thiere in männliche und weibliche zu Grunde liegt. Wo daher diese Organe nicht nachzuweisen sind, wo die Entwickelung entweder nur auf eine durch Wachsthum zu Stande kommende Vermehrung der Individuen, oder auf Differenzirung eines ungeschlechtlich, monogen erzeugten Keimes hinausläuft, kann von einer geschlechtlichen Fortpflanzung gar nicht die Rede sein. Dieser Fall findet sich bei den Protozoen. Man kann aber demohngeachtet von zwei Formen der Fortpflanzung bei ihnen sprechen. Die erste geschieht durch Theilung und Knospenbildung, die zweite mit Hilfe besonderer im Innern des Körpers sich findender Keime, welche den Kernen der ganzen, einzelligen Thiere entsprechen würden, wenn wir von ihrer Fähigkeit, sich in neue Individuen zu verwandeln, absehen. Diese letzte Fortpflanzungsart steht der geschlechtlichen noch am nächsten, ist jedoch nicht gleichbedeutend mit ihr.

Fortpflanzung durch Theilung ist theils als Längs- theils als Quertheilung schon längst bei den Protozoen beobachtet. Sie

---

wickelungsgeschichte der Thiere gab, ist das einzige Werk, welches die ganze Thierreihe umfasst, das von *L. Agassiz, Twelve Lectures on comparative Embryology. Boston* 1849. Gleichzeitig kamen *Rich. Owen's Hunterian lectures on the generation and development of the invertebrated animals*, von denen ich jedoch nur Lect. I — XII (Einleitung — Crustaceen) kenne, die ich der Güte *Owen's* selbst verdanke.

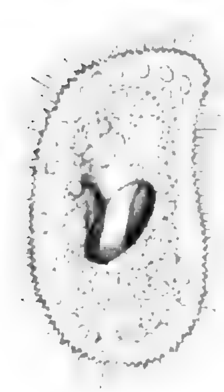
Digitized by Google

findet sich bei den Infusorien sowol als bei den Rhizopoden, häufig bei Thieren, welche sich auch nach der zweiten Weise fortzupflanzen vermögen, zuweilen sogar gleichzeitig mit derselben. Bei den Rhizopoden bleiben die durch Quertheilung entstandenen neuen Individuen häufig in organischer Verbindung und bilden die eigenthümlich gestalteten vielkammerigen Colonien, obschon über den Zusammenhang der Individuen in ihnen wenig bekannt ist.

Knospenbildung ist nur bei wenig Gattungen bekannt (Vorticella, Carchesium, Epistylis, Vaginicola). Sie ist insofern auf die Erscheinung der Theilung zu reduciren, als auch sie nur eine eigenthümliche Form des Wachsthums darstellt, welche jedoch nicht das Individuum der ganzen Ausdehnung nach ergreift, sondern sich an einer bestimmten Stelle localisiert.

Ausser diesen Vermehrungsarten findet sich aber noch eine durch wirkliche Keimkörper. Auf die Betheiligung des Kernes an der Theilung hat schon *v. Siebold* [1]) aufmerksam gemacht und die Vermuthung ausgesprochen, dass von ihm die Bildung neuer Individuen ausgehen möge. Neuere Beobachtungen haben dieses bestätigt und wenn man auch noch nicht so glücklich gewesen ist, vollständige Entwickelungskreise zu beobachten, so haben doch die Untersuchungen von *Pineau*, *Gervais*, *Cohn*, *Ecker* und besonders von *Fr. Stein* gewisse Verhältnisse dem Abschlusse ziemlich nahe gebracht. — Es sind hier mehrere Modificationen zu unterscheiden, welche jedoch gewiss mannichfach in einander übergehen. Die einfachste Form schliesst sich in ihrer äusseren Erscheinung eng an die Fortpflanzung mittelst Eier an, indem im Innern des Körpers unter Mitwirkung des Kernes ein junges Individuum oder mehrere gebildet werden, welche jedoch kein Zerfallen des Kernes in eine grosse Menge sporenartiger Körper bedingen. Ein solcher Fall wurde von *Cohn* an *Loxodes Bursaria* beobachtet [2]). In dem durch den Saftumlauf im Innern des Körpers bekannt gewordenen Thiere findet sich ein dem Drucke ziemlich renitenter Kern. Vielleicht unter seiner Vermittelung, jedoch, wie es nach *Cohn's* Untersuchungen wahrscheinlich

Fig. 10.



1) Lehrbuch p. 23.
2) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 271.

Fig. 10. *Loxodes Bursaria*. Hinter der trichterförmigen Mundöffnung mit dem kurzen Oesophagus liegt der in der Zeichnung etwas zu dunkel gewordene Kern.

Digitized by Google

wird, nicht aus ihm bilden sich in einer deutlich begrenzten Höle zwei oder mehrere (*Cohn* beobachtete einmal sechs) Keime, welche direct die Embryonen darstellen. Die Höle, in welcher die Keime liegen, soll nach *Cohn* einen bestimmten Ausführungsgang haben; indess spricht die Beobachtung, dass zwei Embryonen gleichzeitig an verschiedenen Stellen den Mutterkörper verlassen, gegen diese Annahme. So lange noch ein Embryo im Innern des Thieres sich findet und während der Geburt stockt der Säfteumlauf. Schicken sich die Embryonen zur Geburt an, so rücken sie an den Ausführungsgang oder an die Rindenschicht des Thieres, werden dann meist platt cylindrisch, selten bleiben sie rund, und beginnen noch ehe sie den Körper der Mutter ganz verlassen haben an ihrer freien Fläche eine lebhafte Flimmerbewegung. Sobald sie sich frei gemacht haben, schwimmen sie mit Hilfe ihres Wimperüberzuges lebhaft umher. Sie enthalten eine oder mehrere contractile Blasen, zeigen zuweilen eigenthümlich gestaltete contractile Fortsätze, gleichen aber dem Mutterindividuum gar nicht. Wie sich dieselben in Thiere von der ursprünglichen Form des Loxodes verwandeln, ist noch zu untersuchen. Sie stellen Formen der Gattungen *Enchelys Duj.* (*Cyclidium Ehrbg.*) u. a. dar, welche „gewiss nur Entwickelungsformen von Loxodes und verwandten Infusorien" einschliessen. Ob hier Metamorphose oder Metagenese auftritt, lässt sich gar nicht bestimmen, da eben so gut beides als keines von beiden möglich ist. Enger an die Vorgänge bei Metagenese treten die gleich zu beschreibenden Entwickelungsweisen der Vorticellinen, obgleich sie streng genommen nicht unter diesen Begriff fällt. — Zunächst an die Fortpflanzung des Loxodes schliesst sich die Vermehrung der Protozoen vom Kerne aus. Wie er bei den Vorti-

Fig. 11.

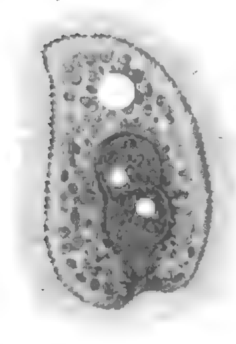


Fig. 12.

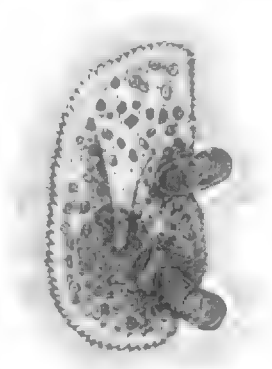


Fig. 13.

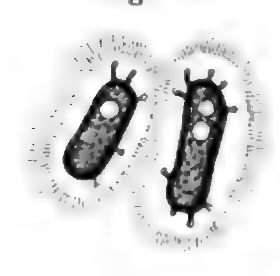


Fig. 11. 12. Dasselbe Thier. In Fig. 11 sind die beiden Embryone, an denen eine contractile Blase sichtbar ist, in der Körpersubstanz eingeschlossen und nähern sich dem Ausführungsgange. In Fig. 12 verlassen zwei Embryone gleichzeitig den Mutterkörper an verschiedenen Stellen.

Fig. 13. Zwei ausgeschlüpfte Embryone von Loxodes; die Wimpern sind wegen der raschen Bewegung nicht zu erkennen. — Nach *Cohn*.

Digitized by Google

cellinen in zahlreiche kleine Embryonen zerfällt, so geht höchst wahrscheinlich von ihm auch die Bildung der lebendig geborenen Jungen aus, welche *Gervais* von lebenden Miliolen aus der Gruppe der Triloculinen beobachtete[3]). Es wurde hierbei eine auch bei Infusorien (Actinophrys) vorkommende Erscheinung beobachtet, die Conjugation. Zwei Individuen legen sich an einander und verschmelzen allmählich zu einem, aus dessen Innern (Kern?) die Bildung zahlreicher Embryonen hervorgeht. Ob sich alle Rhizopoden in dieser Weise zu vermehren im Stande sind, ist noch nicht festgestellt, jedoch wahrscheinlich, da die oben erwähnte Theilung häufig nur zur Vergrösserung der kleinen Stöcke führt.

Sehr wichtig für die Kenntnis der Entwickelung der Infusorien sind *Stein's* Beobachtungen an Vorticellinen[4]). Derselbe beobachtete zwei von einander abweichende Vermehrungsarten, deren Zusammenhang noch nicht klar ist, obschon es wahrscheinlich wird, dass das Auftreten einer von beiden durch äussere Verhältnisse bedingt ist, welche zunächst durch die regelmässig cyclisch verlaufenden äusseren Einflüsse gegeben, doch aber auch, wie es scheint, willkürlich hervorgerufen werden können. Allgemein geht der Vermehrung der Vorticellen eine Encystirung voraus, welche darin besteht, dass die Thiere ihre Wimperscheibe einziehen, sich kugelförmig contrahiren und eine gallertartige, zu einer festen elastischen Hülle erstarrende Masse ausscheiden. Allmählich verwandelt sich der eingeschlossene Vorticellenkörper in eine vollkommen homogene Masse, in welcher nur der unveränderte Kern deutlich bleibt. Neuerdings machte *Cohn*[5]) auf die weitere Verbreitung dieser Encystirung aufmerksam, die, wie die einzelligen Pflanzen, auch bei den Protozoen der Fortpflanzung vorausgeht. Von diesem encystierten Stadium aus geht nun aber die Entwickelung der Vorticellen nach zwei verschiedenen Typen weiter. Die erste repräsentiert, wie schon *Stein* angibt[6]), die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung. Schon *Pineau* hatte die Beobachtung gemacht[7]), dass zur Gattung Actinophrys und Acineta gehörige Thiere sich in Vorticellen verwandelten, obgleich

3) *Comptes rendes XXV.* 1847. *p.* 467.

4) Wiegmann's Arch. f. Naturgesch. 1849. (XV.) Bd. 1. p. 92. und besonders Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 475. Möchte doch *Stein* bald Musse finden, seine schon längst versprochene ausführliche Darstellung der Entwickelung der Infusorien erscheinen zu lassen.

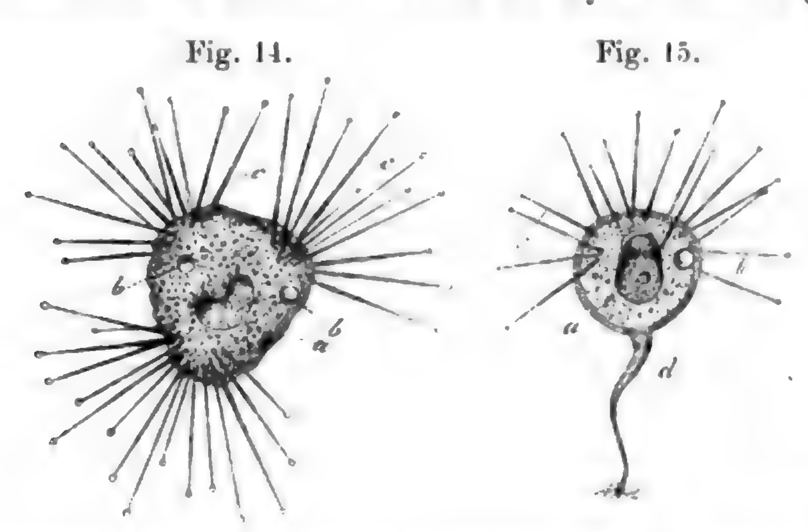
5) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 253.

6) Ebenda a. a. O. p. 482.

7) Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. III. p. 186. Taf. IV bis. Fig. 15—20.

Digitized by Google

ihm der Hergang der Veränderung dunkel blieb. *Stein* klärte dies auf. Er wies nach, dass die Hülle sich in eine dünnwandige Blase verwandle, während der eingeschlossene Körper contractile Fortsätze nach aussen sandte. Wurde die Cyste dabei kegelförmig und dann gestielt, so entstand *Podophrya*, blieb sie rund, dann traten Formen auf, die als *Actinophrys* und *Acineta* beschrieben waren. In dem Körper dieser verwandelten Vorticellen war der Kern u. eine contractile Stelle (Vacuole) stets sichtbar. Der erstere zeigt wieder weitere Veränderungen. Er verwandelt sich nämlich in ein lebhaft rotirendes Junge, an dem bald eine Mundöffnung und an dem spitzeren Ende ein Wimperkranz auftritt, wodurch es ganz und gar einer durch Knospung erzeugten Vorticelle gleicht. In seinem Innern bildet sich dann bald ein neuer Kern und eine contractile Stelle. Nach einiger Zeit verlässt die junge Vorticelle die Acinete, welche letztere wieder von Neuem junge Vorticellen erzeugen kann. Zuweilen tritt auch bei den Acinetenformen eine Conjugation ein. Wie sich jedoch der Keimkern dabei verhält, ist noch nicht ermittelt. — Stellt die jetzt betrachtete Entwickelungsart nur eine Form der Vermehrung der Individuen auf monogene Weise dar, so lässt sich die andere, bei welcher in einer Geburt zahlreiche, der Mutter allerdings sehr unähnliche Junge produciert werden, mehr als die der Arterhaltung zunächst dienende geschlechtliche Fortpflanzung deuten, obgleich natürlich auch hier an eine eigentliche geschlechtliche Zeugung nicht gedacht werden kann. Der einleitende Vorgang ist auch hier, wie erwähnt, die Encys-



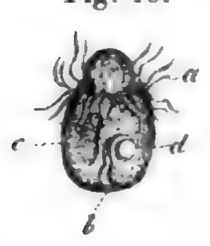


Fig. 14. Actinophrysartige Acinetenform der *Vorticella microstoma*; *a* der Keimkern, *b* contractile Stellen, *c* strahlige Fäden der Acinete.

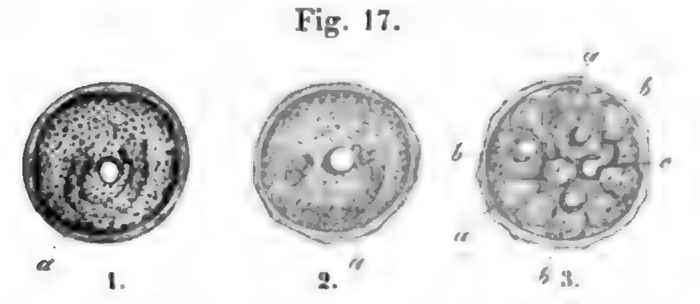
Fig. 15. Die als *Podophrya fixa* beschriebene Acinete derselben Vorticelle; *a b c* wie in Fig. 14, *d* der zum Stiel gewordene Fortsatz der Cyste.

Fig. 16. Acinetensprössling (junge Vorticelle); *a* der hintere Wimperkranz, *b* Mund, *c* Keimkern, *d* contractile Stelle. — Nach *Stein*.

Digitized by Google

tirung der Vorticelle. Auch hier wird der Körperinhalt ganz homogen, der Kern behält aber seine ursprüngliche bandförmige Gestalt. Letzterer zerfällt nun, nicht durch einen fortgesetzten Theilungsact, sondern durch gleichzeitiges Auftreten von Scheidewänden an mehreren Stellen in scheibenförmige Körper, welche allmählich auf Kosten der übrigen Körpersubstanz sich vergrössern und die ganze Cyste bis auf eine gallertartige Bindesubstanz ausfüllen. Im Innern derselben, welche die Cyste zuletzt höckerartig auftreiben, sieht man contractile Stellen. Die geborenen Jungen sind oval, einseitig eingebuchtet und stellen *Monas colpoda* oder *scintillans* dar.

Fig. 17.



Die Wichtigkeit der hier mitgetheilten Entdeckungen ist einleuchtend. Einmal ist dadurch der Nachweis gegeben, dass in der That gewisse, früher als selbständige Gattungen beschriebene Formen nur Entwickelungszustände anderer sind, was auf die einstige, jetzt wol nur in einzelnen Gegenden des chaotischen Protozoenreiches einigermassen mögliche, Systematik wesentlich gestaltend einwirken wird. Dann haben diese Beobachtungen einen Blick in die Fortpflanzungsgeschichte von Thieren zu thun gestattet, welche ihrer Organisation und ihrer Stellung wegen zu den interessantesten des ganzen Thierreichs gehören. Wir haben hier von Neuem Beweise erhalten, dass die Natur zur Vermehrung der einmal geschaffenen Wesen nicht überall jener vielleicht zu sehr in den Vordergrund gestellten Duplicität der Geschlechter bedarf, dass hier vielmehr jedes die Art darstellende Individuum auch ohne weiteres fähig ist, dieselbe durch Hervorbringung, ihm ursprünglich oder erst später gleichender, junger Individuen zu erhalten, und zwar auch hier schon auf zwei, wenn auch nicht streng morphologisch, doch ihrer Bedeutung nach auf die bei anderen Wirbellosen auftretenden zurückzuführende, verschiedene Weisen. Es findet sich hier Fortpflanzung durch Theilung, Knospung und durch Entwickelung eines inneren knospenartigen Keimes; es tritt hier, wenn auch in eigenthümlicher Weise, Copulation auf, welcher jedoch nicht, wie bei einzelligen Pflanzen, ein Zerfallen der

Fig. 17. Cysten von *Vorticella microstoma Ehrbg.* In 1. ist der Kern (*a*) noch unverändert, bei 2. in mehrere scheibenförmige Sporen zerfallen, welche bei 3. blasenförmige Auftreibungen der Cyste bedingen. Neben denselben sind (*b c*) contractile Stellen vorhanden.

Digitized by Google

verschmolzenen Körper in zahlreiche Sporen folgt, wenigstens nicht so weit jetzt die Beobachtungen reichen. Endlich wird durch einen als Keimkern fungirenden Körper die Production einer zahlreichen Nachkommenschaft gesichert. Ob hier Metamorphose oder Metagenese vorhanden ist, ist schwer zu entscheiden. Um letztere anzunehmen, müsste erwiesen sein, dass die verschiedenen Formen der Vermehrung sich regelmässig in constanter Weise folgten, und zwar so, dass bei Vorticellen die aus den monadenförmigen Embryonen sich entwickelnden Vorticellen sich nach ihrer Encystirung in Acineten verwandelten, und dass dann nur die sich später encystirenden Acinetensprösslinge Monaden erzeugten, wo dann die Acineten als Ammen zu deuten wären. Dies ist jedoch nicht wahrscheinlich, da ja die Acineten selbst aus encystierten Vorticellen hervorgehen.

An die eben erwähnte Fortpflanzung mancher einzelligen Pflanzen schliesst sich die der Gregarinen, welche ihrer Organisation nach und so lange keine weiteren Veränderungen an ihnen beobachtet werden, nur bei den Protozoen stehen können. Zwei Individuen legen sich dicht an einander, umgeben sich mit einer gallertartigen Hülle, die zwei Körper verschmelzen und zerfallen in kleine spindelförmige Sporen. Sie stellen so die sogen. Navicellenbehälter dar. Was aus diesen Sporen wird, ist freilich noch dunkel.

In Bezug auf den Umstand, dass sich unter den Protozoen wahrscheinlich manche Embryonalformen anderer Thiere finden, verweise ich auf das oben (p. 43) Gesagte.

§. 46.

Anthozoen.

Wie schon die morphologische Zusammensetzung der die Classe der Polypen ausmachenden Thiere eine Trennung derselben in Anthozoen und Hydroiden nothwendig bedingt, so tritt der Unterschied der hierher zu rechnenden Formen noch schärfer in ihrer Entwickelungsweise entgegen. Die bei weitem einfacheren Verhältnisse zeigen hier die Anthozoen, welche daher zunächst gesondert betrachtet werden mögen.

Die Anthozoen pflanzen sich geschlechtlich durch wirkliche Eier, welche durch Samenkörperchen befruchtet werden, und ungeschlechtlich durch Knospenbildung und durch Theilung fort. Auf der Eigenthümlichkeit der letzteren Art beruht die Form der Polypenstöcke, indem hier die durch Theilung oder aus Knospen entstandenen Thiere mit dem Mutterthiere in Zusammenhang bleiben.

Digitized by Google

Wie die organologische Entwickelung dabei verläuft, ist noch unbekannt. Die an der Seite oder am unteren Ende des Polypenkörpers auftretende Knospe ist ursprünglich eine solide Wucherung jenes, welche erst allmählich den Tentakelkranz und die Mundöffnung erhält. Auf dem Orte der Knospenbildung beruht die Form des Polypenstockes, welcher baumartig verästelt oder mehr in der Fläche ausgebreitet erscheinen wird, je nachdem die Knospe höher oder tiefer am ersten Polypen erscheint. Darf man aus der Form der trockenen Steincorallen auf die Art und Weise der Theilung schliessen, so kommen hier höchst eigenthümliche Verhältnisse vor. Der Vorgang ist in den einfachsten Fällen der, dass an dem sich längstheilenden Polypen zuerst die Mundöffnung länglich wird und sich allmählich in zwei abschnürt. Hierauf folgt eine biscuitförmige Buchtung des Tentakelkranzes, welche mit der Bildung zwei distincter Kränze endigt. Die nun an der Mundscheibe vollendete Trennung erstreckt sich tiefer durch den Leib der Polypen, bis sie zwei dicht neben einander stehende Individuen gebildet hat. Geht die Bildung eines kalkigen Skelets gleichzeitig vor sich, so werden hier zwei Zellen, jede mit ihrem besonderen Lamellensystem, neben einander entstehen, die Oberfläche des Stockes wird auf diese Weise mit zahlreichen in einer (gebogenen) Ebene liegenden Zellen besetzt werden oder er wird ästig. An manchen Corallenstöcken zeigen sich jedoch keine distincten Zellen, sondern nur mäandrisch gewundene Furchen, welche nur hier u. da eine leichte Verengerung als Andeutung einzelner Zellen erkennen lassen. Da sich auch hier auf die Scheidewände der Leibeshöle bezügliche Lamellen finden, so darf man wol dieselben als den verkalkten Abdruck der sie bewohnenden Thiere betrachten.

Fig. 18.

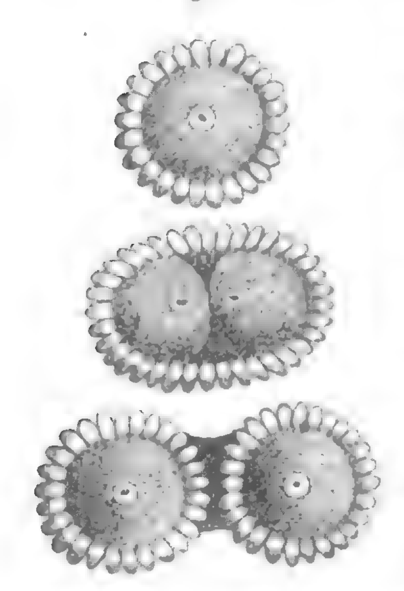


Fig. 19.

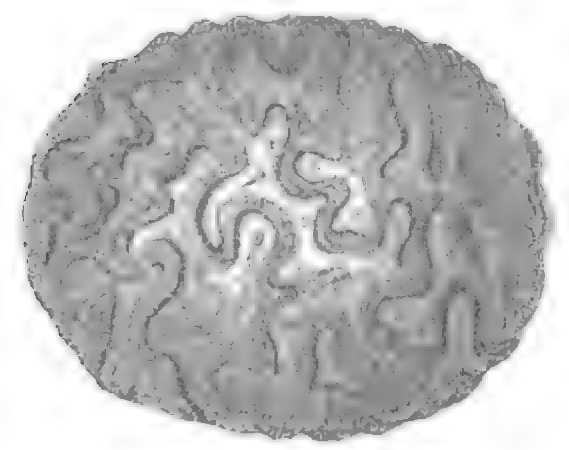


Fig. 18. *Caulastraea.* In drei verschiedenen Stadien der Theilung.

Fig. 19. *Maeandrina cerebriformis.* In den Furchen sind die Mundöffnungen sichtbar, denen jedoch keine Theilung in distincte Individuen entspricht.

Digitized by Google

Es ergibt sich aber dabei, dass die Theilung der einzelnen Polypen nicht hat vollständig sein können, da kein Lamellensystem geschlossen ist. Es würden also hier, was freilich noch zu constatiren ist, die Individuen eines Stockes nicht bloss durch canalförmige Verlängerungen ihrer Leibeshöle, sondern direct durch seitliche Communication derselben zusammenhängen, so dass man nur aus der Zahl der Mundöffnungen auf die Zahl der Individuen schliessen könte.

Während diese ungeschlechtliche Vermehrung nur eine Vergrösserung einzelner Colonien zur Folge hat, pflanzen sich die Polypen auch durch Eier fort, und zwar ebensowol die Colonien bildenden, welche gleichzeitig sich theilen und Eier produciren, als die Actinien, an denen eine Theilung bis jetzt nur einmal[1]) beobachtet wurde. Die Entwickelung der Eier, welche man besonders an Actinien verfolgt hat, beginnt mit deren totaler Furchung. Nach vollendeter Dottertheilung überziehen sich dieselben mit einem Flimmerepithel und werden so, infusorienartig, geboren. Sie sind anfangs vollständig geschlossen, ohne Mund, und schwimmen lebhaft umher. Nach *Rathke*[2]) theilt sich die den Dotter umhüllende Keimhaut (Umhüllungshaut und Körperanlage) in ihre zwei Schichten, von denen die äussere zur Haut und den Körperwandungen, die innere zum Überzuge der Leibeshöle wird. Erstere ist besonders an der Stelle des künftigen Fusses oder der Stelle, mit der sich der Polyp festsetzt, stark entwickelt. Bald setzt sich nun auch der junge Polyp wirklich fest und zeigt an seinem freien Ende warzenförmige Höcker, die Anlagen der Tentakeln. Die Oberfläche zwischen denselben vertieft sich und durch Resorption entsteht die längliche Mundspalte. Wie sich der Magensack und die übrigen in der Leibeshöle enthaltenen Theile weiter entwickeln, ist noch zu untersuchen. Auf besondere Verhältnisse bei Entwickelung der Tentakeln hat *Agassiz* aufmerksam gemacht[3]). Er sah nämlich zuerst fünf Tentakeln entstehen, von denen constant einer demselben Durchmesser der Kopfscheibe entsprach, in welchem die Mundspalte lag, während die anderen in zwei Paaren um dieselbe vertheilt waren. Die übrigen Fangarme entstehen dann so, dass sich jedesmal einer zwischen zwei der schon vorhandenen entwickelte. Auf die Anordnung der ersten fünf Tentakeln gründet *Agassiz* die Ansicht, dass auch bei den An-

---

1) Von *Sars* an *Actinia prolifera Sars. Beskrivelser og Jagttagelser over nogle moerkelige eller nye... Dyr.* 1835. *p.* 12. *tab.* 2. *fig.* 6.

2) *Burdach's* Physiologie. 2. Bd. 2. Aufl. p. 215.

3) *Lectures etc.* a. a. O. p. 40.

Digitized by Google

thozoen während der Entwickelung Andeutungen der bilateralen Symmetrie vorhanden wären[4]). Darf man jedoch die Einschnitte und Furchen, welche *Rathke* an einem Actinienjungen beobachtete[5]) und abbildete[6]), auf Anlage der Tentakeln beziehen, so geschieht die Bildung derselben nicht überall in der von *Agassiz* angegebenen Weise, obschon an und für sich die längliche Mundspalte für eine Erinnerung an seitliche Symmetrie gehalten werden muss.

So weit die Beobachtungen bis jetzt reichen, findet sich also bei den Anthozoen weder Metamorphose, noch Metagenese. Ist auch das junge Thier seinen Erzeugern anfangs noch unähnlich, so erlangt es doch deren Form durch einfaches Wachsthum. An eine Metamorphose wäre nur in dem Falle zu denken, wenn durch histiologische Untersuchungen nachgewiesen wäre, dass die Umhüllungshaut, welche anfangs die Locomotion des jungen Thieres vermittelt, verloren geht, um der definitiven Haut Platz zu machen.

Die stockbildenden Polypen zeigen uns ferner, dass eine geschlechtliche Differenzirung eine monogene Vermehrung nicht ausschliesst. Auch gibt uns hier die Entwickelung den Beweis, dass diese Thiere einfache Individuen sind, indem um den Eingang in die einfache Leibeshöle nur wenige, allmählich erst durch Wachsthum sich vermehrende Tentakeln gestellt sind, deren Zahl übrigens nicht, wie es bei einer Colonie zu erwarten wäre, ganz zufällig, sondern wenn auch mit unbedeutenden Schwankungen doch an bestimmte Verhältnisse gebunden ist, hier z. B. an Multipla von fünf.

§. 47.

Hydroiden und Acalephen.

Seitdem *v. Siebold* nachgewiesen hatte, dass die Meduseneier sich in polypenförmige Thierchen verwandeln[1]), und *Sars* die Bildung junger Medusen aus festsitzenden Polypenformen verfolgt hatte[2]), ist wol kaum ein Jahr vergangen, welches nicht einzelne Beobachtungen gebracht hätte, die auf den wunderbaren Zusammenhang der bis dahin als hydroide Polypen beschriebenen Thiere mit den echten Medusen Licht zu werfen versprachen. Und doch haben gerade die neueren Untersuchungen die vor wenig Jahren ihrer Entscheidung nahe scheinende Frage wieder in ein neues Stadium ge-

4) a. a. O. p. 45.
5) a. a. O.
6) Zur Morphologie. 1837. Taf. 1.
1) Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. 1839. p. 29.
2) *Beskrivelser etc.* a. a. O. p. 16. Taf. 3.

Digitized by Google

bracht, dessen Erklärung mit Änderungen in unseren bisherigen Annahmen von Zeugungsfähigkeit und Entwickelung verbunden sein wird. Man fand nämlich an Thieren aus Gattungen, welche man früher als polypenförmige Medusenammen kennen gelernt hatte, Generationsorgane, und wurde dadurch zu der Alternative gedrängt, dass entweder diese Ammen die eigentlichen entwickelten Thiere sind, die medusenartigen Sprösslinge nur verschieden geformte Junge, oder, da man auch geschlechtlich entwickelte, von Polypen abstammende Medusen kennen gelernt hatte, dass Ammen ebensogut wie die endlichen Geschlechtsthiere sich auf demselben Wege fortzupflanzen im Stande wären, was wol wunderbar genug ist, oder endlich, dass manche Formen ungeschlechtlich Medusen erzeugen, welche als solche erst Genitalorgane erhalten, während andere derselben Gruppe schon auf dem Polypenstadium Generationswerkzeuge besitzen, sich durch diese fortpflanzen und niemals Medusen hervorbringen.

Da sich bei den hierher gehörigen Thieren die monogene Fortpflanzung vielfach mit Entwickelung durch Metagenese kreuzt, beginne ich mit der geschlechtlichen Entwickelung.

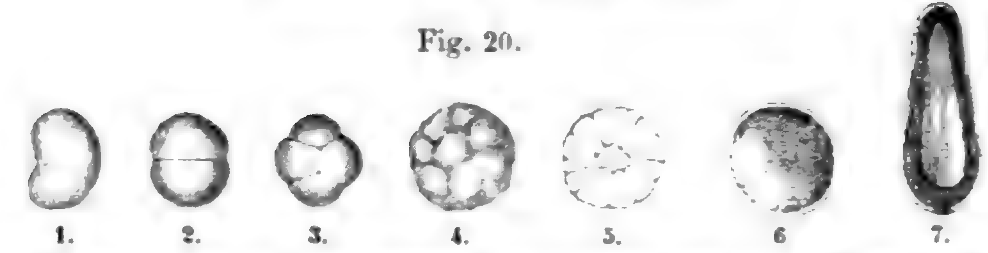
Von hydroiden Polypen kennt man bis jetzt nur wenige, an denen Eier und Samen, dagegen keine medusenartige Sprösslinge gebildet werden, vielleicht nur die *Hydra* des süssen Wassers. Die Entwickelung der Geschlechtsorgane erfolgt hier durch Knospung (analog einer Neubildung von Individuen) an der Oberfläche des Körpers, und zwar männliche wie weibliche, letztere mehr an der Basis, erstere näher dem Fühlerkranze. Das Ei, welches Keimbläschen und Keimfleck deutlich erkennen lässt, furcht sich sehr früh (da die Samenkörperchen ziemlich gleichzeitig frei werden, verschwindet auch das Keimbläschen bald) und verwandelt sich unter Entwickelung einer wimpernden Umhüllungshaut in ein infusoriumartiges Junge. Dieses setzt sich wahrscheinlich bald fest, verliert den Wimperüberzug (vielleicht die ganze Umhüllungshaut) und entwickelt am freien Ende die Arme.

Complicierter, jedoch gleichfalls vollständig gekannt, ist die Entwickelung discophorer Medusen. Ich gebe hier die Beschreibung der Entwickelung von *Medusa aurita*, als der für diese Entwickelungsweise typischen Form [3]). Nachdem die Eier aus den Ovarien in die Taschen der Arme, welche als Uteri fungiren, gelangt sind, werden sie befruchtet und beginnen bald danach sich zu furchen.

3) Übereinstimmend mit *Medusa* (*Aurelia*) *aurita* ist die Entwickelung von *Cyanea*.

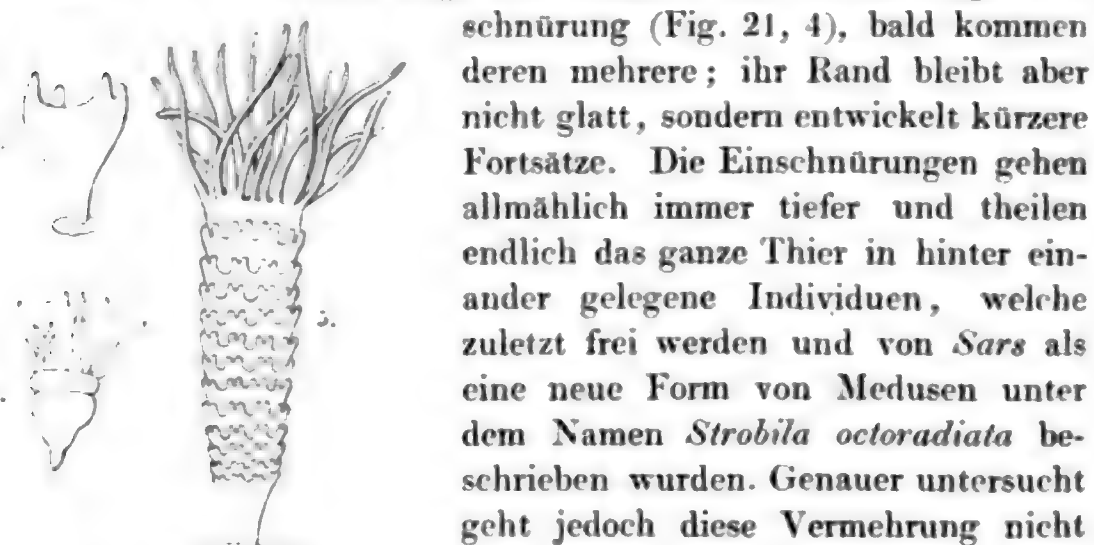
Digitized by Google

Fig. 20.



Die peripherisch gelegenen Furchungsabschnitte eilen bald dem centralen Reste des Dotters voraus und nehmen bei fortgesetzter Theilung zunächst eine radiäre Stellung ein, bis die Oberfläche des Eies ganz glatt ist. Auf diese Weise wird eine aus Zellen bestehende Umhüllungshaut gebildet; noch ehe der übrige Dotter sich ganz in Zellen verwandelt hat. Ist die nun Wimpern erhaltende zellige Bekleidung vollendet, so verlässt das Ei den mütterlichen Körper und tritt in das infusoriumartige Stadium, auf welchem es lebhaft herumschwimmt. Gleichzeitig hat sich an dem einen Ende eine Grube gebildet, und diese bezeichnet für später das Hinten, obschon das Junge mit diesem Ende voranschwimmt. Bald setzt sich dasselbe mit dieser Sauggrube fest und erhält am anderen Ende vier sich verlängernde Warzen; zwischen diesen treten neue auf, es bildet sich zwischen denselben eine Mundöffnung; die verlängerten Fortsätze stellen Tentakeln, das ganze Thier einen Polypen dar. An diesem treten jedoch bald weitere Veränderungen auf. Unter dem Fühlerkranze zeigt sich nämlich eine kreisförmige Einschnürung (Fig. 21, 4), bald kommen deren mehrere; ihr Rand bleibt aber nicht glatt, sondern entwickelt kürzere Fortsätze. Die Einschnürungen gehen allmählich immer tiefer und theilen endlich das ganze Thier in hinter einander gelegene Individuen, welche zuletzt frei werden und von *Sars* als eine neue Form von Medusen unter dem Namen *Strobila octoradiata* beschrieben wurden. Genauer untersucht geht jedoch diese Vermehrung nicht

Fig. 21.



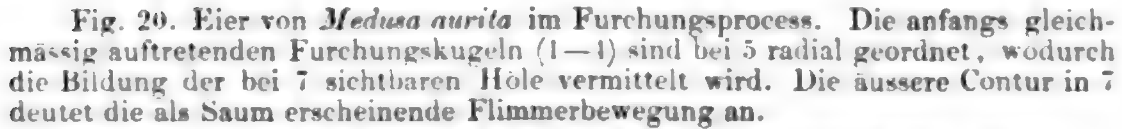


Fig. 20. Eier von *Medusa aurita* im Furchungsprocess. Die anfangs gleichmässig auftretenden Furchungskugeln (1—4) sind bei 5 radial geordnet, wodurch die Bildung der bei 7 sichtbaren Höle vermittelt wird. Die äussere Contur in 7 deutet die als Saum erscheinende Flimmerbewegung an.

Fig. 21. Jugendzustände von *Medusa aurita* nach *Steenstrup* und *Sars*; 1—3 Veränderungen des festsitzenden infusoriumartigen Zustandes in die Polypenform, 4 Polypenzustand, *Scyphistoma Sars*; 5 Strobilaamme (*Hydra tuba*).

Digitized by Google

eigentlich durch eine Quertheilung vor sich, sondern, wie es aus den Beobachtungen von *Hydra tuba* hervorgeht, durch Knospenbildung neben dem Munde der Amme. Während die junge Meduse noch mit der Amme in Verbindung steht, bildet sich zwischen beiden eine neue Knospe, so dass auf diese Weise die Strobilaform hervorgebracht wird. Die sich allmählich lösenden jungen Medusen verwandeln sich später durch einfaches Wachsthum in die geschlechtlich entwickelte Form. — Zu erwähnen ist hierbei noch, dass der erste polypenförmige Ammenzustand selbst durch Knospen neue, ihm ähnliche hervorbringen kann, welche dann wieder, wie der erste, neue Medusen produciert. Also schon hier ist monogene Vermehrung mit eigentlicher Metagenese compliciert[4]).

Ungleich mannichfaltiger ist die Fortpflanzungsgeschichte der mit den hydroiden Polypen zusammenhängenden Gymnophthalmata, an welche sich als eine eigenthümliche Modification die Siphonophorencolonien anschliessen. *Kölliker* hat neuerdings[5]), die bisherigen Beobachtungen zusammenstellend, die etwa vorkommenden Möglichkeiten bedacht und sich dahin ausgesprochen, dass es wahrscheinlich sei, sämtliche hierher gehörige Polypenformen ergeben sich als mit Geschlechtsorganen versehene und ausserdem durch quallenartige Sprossen sich fortpflanzende Thiere, bei denen dann eine Metagenese ganz eigener Art sich fände, dass nämlich die polypenförmigen Ammen sowol als die geschlechtlich entwickelten Quallen sich durch wirkliche Eier und Samen fortpflanzen könten. Die Bedeutung nicht verkennend, welche der Ausspruch eines so sorgfältigen Beobachters besitzt, kann ich mich doch nicht mit *Kölliker's* Ansicht einverstanden erklären. Nach den bisherigen Beobachtungen hat man wol verschiedene Species einer Gattung sich durch geschlechtliche Quallen oder geschlechtliche Polypen fortpflanzen sehen, jedoch nicht eine und dieselbe Art auf beide Weisen. Ich kann daher vorläufig nur folgende drei Vermehrungsweisen für die Hydroiden und Acalephen (welche allerdings so viele gegenseitige Beziehungen erkennen lassen, dass ihre Vereinigung als ,,Quallenpolypen" viel für sich hat) annehmen.

1. Es pflanzen sich die polypenförmigen Thiere durch wirkliche Eier fort, welche sich ohne Metagenese wieder in Polypen verwan-

---

4) Zu den Strobilaformen gehört wahrscheinlich auch Ephyra, von welcher (*Ephyra octoradiata*) *Eschscholtz* (System der Acalephen. Taf. 8. Fig. 1) eine Abbildung gegeben hat.

5) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 304.

deln, ausserdem aber zuweilen noch durch quallenartige, stets geschlechtslos bleibende Sprossen, welche sich durch Umwandlung in die Polypenform zurückbegeben.

2. Geschlechtslose Polypen erzeugen quallenartige Sprösslinge, welche sich mit Generationsorganen versehen und die eigentliche Hauptform dieser Thiere darstellen.

3. Medusen erzeugen auf geschlechtlichem Wege wieder Medusen, welche sich durch Ammung in einen polymorphen, endlich Geschlechtsthiere entwickelnden Medusenstock verwandeln (Siphonophoren)[6]).

Betrachten wir nun die Entwickelung dieser drei Formen näher. Zur ersten gehören *Coryne vulgaris*, *Syncoryne ramosa*, *Podocoryne carnea*, *Hydractinia rosea*, *Campanularia dichotoma* und *geniculata*, *Eudendrium* und *Tubularia*[7]). Aus dem sich höchst wahrscheinlich furchenden Eie entsteht nach einem infusoriumartigen Zustande ein festsitzender Polyp, welcher, zunächst ungeschlechtlich, durch Knospung entweder eine verästelte Colonie oder einen Hauptstamm mit glockenförmig anhängenden Knospen bildet. Die neu entstandenen Individuen bleiben durch eine Verlängerung der Leibeshöle mit einander in Communication und sind entweder wieder geschlechtslos oder sie erhalten Generationsorgane. Die Bildung dieser Geschlechtsthiere ist meist an gewisse Stellen des Stockes gebunden; bei den Campanularien sind dies die achselständigen Polypenbecher, bei den übrigen der nächste Kreis innerhalb oder unmittelbar unter dem Fühlerkranze. Die Entwickelung derselben erfolgt auf die Weise, dass eine warzen- oder kugelförmige Knospe eine Verlängerung des allgemeinen Nahrungscanals aufnimt, welcher sich jedoch nicht in ihren Hohlraum öffnet. Vielmehr entsteht zwischen ihm und der Kapselwand das entsprechende Geschlechtsproduct, Eier oder Samen. In manchen Fällen (Campanularien, Tubularien) können selbst diese Geschlechtsthiere durch nachwachsende Knospen vermehrt werden. Zur Zeit der Geschlechtsreife erhalten die Knospen einen Tentakelkranz und eine Körperöffnung, durch welche die Eier und der Samen entlassen werden. Der Körper selbst bleibt meist hydroid ohne Gefässe, ohne Randhaut u. s. w. — Ausser dieser Fortpflanzung durch Eier und Samen hat man nun bei den

---

6) Sehr wichtig sind hier *Van Beneden's* Arbeiten: *Sur les Campanulaires etc.* und *Sur l'embryogénie des Tubulaires*, beide im 17. Bd. der *Nouv. Mém. de l'Académ. de Bruxelles*, sowie Dujardin, *Mém. sur le developpement des Méduses et des Polypes hydraires. Ann. de sc. nat. 3. Sér. T. IV. p.* 257.

7) Vielleicht auch *Campan. gelatinosa Lamarck* und *Sertularia*.

Digitized by Google

meisten Knospen oder durch Knospung entstandene Sprösslinge beobachtet, welche ganz und gar Quallen gleichen, wie diese einen Magenschlauch mit davon ausgehenden Randgefässen besitzen, welche am Umfange der Scheibe in ein Ringgefäss einmünden[8]). Diese quallenartigen Sprösslinge sind bis jetzt nur geschlechtslos gefunden worden. Was ihr weiteres Schicksal ist, wissen wir noch nicht sicher. Nach Beobachtungen von *Van Beneden* wird es wahrscheinlich, dass das medusenartige Thier sich mit dem freien Ende des Magenschlauchs festsetzt und durch Umstülpung des Schirmes in einen Polypen verwandelt, wobei freilich die hohe Organisation dieser Individuen noch manche Zweifel übrig lässt[9]). Ein Umstand, welcher die Stellung der zu dieser ersten Art gerechneten Thiere in ein eigenthümliches Licht stellt, ist die Beobachtung *Kölliker's*, dass die männlichen Individuen von *Pennaria Cavolinii* vollständig den Medusen gleichen oder vielmehr solche darstellen[10]). Sie besitzen eine glockenförmige Gestalt und eine von vier kurzen Lappen umgebene Öffnung, ferner einen centralen holen Zapfen, von dessen Basis vier Gefässe in die Kapselwand übergehen, um an der Mündung derselben in ein Ringgefäss zusammenzufliessen. Wenn man überhaupt mit den „Medusen" eine bestimmte organologische Zusammensetzung verbindet, so ist gewiss die geschilderte ihnen eigen. Da aber eben so sicher die Geschlechtskapseln anderer verwandter Formen, wie Coryne, Syncoryne, Podocoryne etc. nur polypenförmige Individuen darstellen, so würde diese Abtheilung den directen Übergang zu den Medusen vermitteln, indem sich dann Pennaria von den nächst zu

8) *Sars, Fauna littoral. Norvegiae.* Taf. I. u. II. *Van Beneden* a. a. O. u. s. w.

9) *Campanularia gelatinosa*, deren quallenartige Sprösslinge der obige Holzschnitt zeigt, ist jetzt allerdings noch nicht mit Generationsorganen gefunden worden; indess scheint sie der Formveränderungen ihrer freien Sprösslinge wegen wol hierher zu gehören.

10) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 303.

Fig. 22 a. Achselständige Polypenbecher von *Campanularia gelatinosa* mit medusenartigen Sprösslingen, b. ein einzelner solcher, *a* Mund, *b* Magen, *c* Schirm, *d* Randhaut mit den Tentakelanlagen.

Digitized by Google

betrachtenden Formen nur durch die bleibende Verbindung der Geschlechtsthiere mit dem Stocke unterscheidet.

Die zweite Form war dadurch charakterisiert, dass die polypenförmigen Thiere nie Geschlechtsorgane entwickeln, dagegen freie quallenartige Sprösslinge, welche später Eier und Samen erhalten. Ausser der angeführten *Pennaria* gehören hierher *Coryne fritillaria* und *echinata*, *Syncoryne Sarsii*, *decipiens*, *glandulosa*, und eine von *Desor* beschriebene, aber nicht benannte Art, das von *Dujardin* als *Stauridium* bezeichnete Thier, und wahrscheinlich noch *Corymorphe nutans* und *Perigonymus muscoides Sars*. Entscheidend ist hier, dass die quallenartigen Sprösslinge dieser Polypen wirklich Generationsorgane entwickeln, oder dass wenigstens an der Polypenform keine solchen zu beobachten sind, woraus man wol schliessen darf, dass die Quallen später geschlechtlich sich differenziren. Es gehören ferner *Velella* und *Porpita* hierher, deren Einzelthiere ohne die den Medusen eigene Gefässentwickelung sich ganz an die Hydroiden anschliessen, geschlechtslos bleiben und Quallensprösslinge entwickeln. Nach *Dujardin* gehört die Gattung *Cladonema* zu *Stauridium* (was *Krohn* [Müll. Arch. 1853. p. 137] vollständig bestätigte), *Sthenyo* zu *Syncoryne decipiens*, *Callichora* zu *Syncor. glandulosa*, ferner beobachtete *Steenstrup* Medusen (♂ ♀) von *Coryne fritillaria*, endlich *Desor* eine wahrscheinlich geschlechtsreif werdende *Oceania* an seiner Syncoryne. Bei den übrigen hat man wol diese Quallen beobachtet, jedoch noch nicht geschlechtsreif, dagegen die Polypen stets geschlechtslos getroffen. Die Entwickelung wird hier auf die Weise verlaufen, dass aus den befruchteten Eiern der Quallensprösslinge, welche also als die bezeichnende Form dieser Abtheilung zu betrachten sind, nach dem oben gegebenen Schema sich polypenförmige Individuen entwickeln, welche jedoch selbst keine Geschlechtskapseln (heteromorphe Individuen), sondern durch Knospen Quallen produciren, welche dann als solche Generationsorgane erhalten. Es findet also ein wirklicher Wechsel der Form durch zwei Generationen statt, von denen die zweite erst Geschlechtsthiere enthält, eine Metagenese.

Fig. 23.

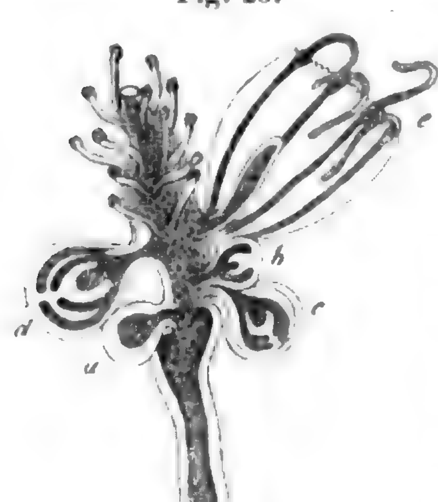


Fig. 23. *Syncoryne sp. Desor* mit einer daran knospenden Oceania (*Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. XII. p.* 206).

Digitized by Google

Die dritte Form begreift endlich die echten Siphonophoren, mit Ausnahme der *Velella* und *Porpita*[11]). Wie oben ausgeführt wurde, stellen dieselben polymorphe Medusenstöcke dar, deren Entwickelung nach den allerdings nur bruchstückweise bekannt gewordenen Beobachtungen so zu vervollständigen wäre. Aus dem sich furchenden und mit Flimmerepithelium bekleidenden Eie[12]) entsteht ein frei bleibendes polypenförmiges Individuum, was sich allmählich zu einem Ernährungsthiere umbildet und an seinem hinteren Ende eine Schwimmblase entwickelt[13]). Nach und nach knospen an dem sich verlängernden Stocke Individuen hervor, welche sich theils zu locomotiven (Schwimmglocken), theils zu Ernährungsthieren ausbilden. Die Bildung derselben erfolgt ganz, wie wir es unten bei den Medusenknospen sehen werden; es tritt in die anfangs solide Knospe eine Fortsetzung des Nahrungscanals des Stammes, welche die vier Scheibengefässe absendet, die dann um die spätere Mundöffnung ein Ringgefäss bilden. Vom Grunde dieser Theilung erhebt sich der Magen, der später sich nach aussen öffnet. Zuweilen treten nun schon in den Schwimmglocken Geschlechtsorgane auf. In der Regel aber sind dieselben besonderen Individuen übergeben, welche als die letzten am Stamme hervorknospen und entweder männliche und weibliche an einer Colonie vereinigt, oder beide getrennt an verschiedenen Stöcken vorkommen. Es findet also auch hier eine Metagenese statt, indem das erste Ernährungsthier mit den folgenden locomotiven Individuen Ammen darstellt, welche als Colonie auf monogenem Wege die Geschlechtsthiere produciren. Sämtliche Generationen bleiben aber hier als polymorphe Individuen zu einer Colonie vereinigt. Nur zuweilen und unter noch nicht näher zu bestimmenden Bedingungen lösen sich einzelne Thiere, Ernährungs- und Locomotionsthiere ab und stellen dann Formen dar, welche bisher als besondere Gattungen beschrieben waren. So ist die Gattung Eudoxia, von welcher *Busch* nach einer von der *Gegenbaur's* allerdings verschiedenen Art eine so sorgfältige Beschreibung gegeben hat[14]), nach den Beobachtungen des Letzteren[15]) ein losgelöster Individuencomplex von *Abyla pentagona*.

11) Vergl. über diese Thiere die Monographie von *Kölliker*, Die Schwimmpolypen von Messina. Leipzig 1853.

12) s. *Gegenbaur* in *Kölliker's* nur citierter Schrift. p. 79.

13) s. *Kölliker*, a. a. O. p. 74 von Forskalia. *Gegenbaur* (s. *Kölliker* a. a. O. p. 79) beobachtete allerdings, dass zuerst ein locomotives Individuum auftritt.

14) Beobachtungen über Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger wirbellosen Seethiere, Berlin 1851. p. 33. Taf. V.

15) a. a. O. p. 78.

Digitized by Google

Ehe wir diese interessante Thiergruppe verlassen, müssen noch einige wichtige Thatsachen in Bezug auf die Entwickelung einiger Discophoren gegeben werden. Zunächst ist zu erwähnen, dass es wahrscheinlich Medusen dieser Art gibt, welche sich ohne Metagenese entwickeln. Hierher gehört zunächst Cephea, deren Entwickelung von *Ecker, Busch* [16]) und *Al. v. Frantzius* beschrieben wurde. Letzterer macht mit Recht darauf aufmerksam[17]), dass die Jungen die grösste Übereinstimmung mit den späteren Thieren haben. Auch sie zeigen die Anlage zu den Gefässen, die allen Polypen fehlen, und die Umwandlung geschieht durch eine einfache der Metamorphose viel näher verwandte Weiterentwickelung. Ferner scheint die von *Joh. Müller* beschriebene *Aeginopsis mediterranea*[18]), deren jüngste Exemplare noch vom Wimperüberzug bekleidet waren, sich ohne Metamorphose zu entwickeln, da sie auch im jüngsten beobachteten Zustande wenig von der entwickelten Medusenform abweichen. — Interessant ist auch das Auftreten von Knospen, welche sich direct in Medusen verwandeln, an Medusenindividuen der früheren oder späteren Entwickelungsstadien. Von geschlechtsreifen Medusen oder diesem Zustande sehr nahe stehenden Formen sind Knospen beobachtet worden an *Cytaeis octopunctata Sars*[19]), *Thaumantias multicirrata* und *lucida*, *Lizzia blondina Forbes*, *Sarsia gemmifera* und *prolifera* und *Bougainvillea mediterranea Busch*. Die Knospen treten am Magenschlauche auf (Cytaeis, Lizzia), oder an den Geschlechtsröhren (Thaumantias), oder an den Basen der Randfühler[20]). Die Entwickelung der Knospen erfolgt hier auf folgende Weise. In die solide Knospe schickt der Nahrungscanal (Magenrohr oder Randgefäss) vier Fortsätze, die Anlage der Scheibengefässe. Vom Grunde der Knospe erhebt sich dann zwischen den Gefässen der gleichfalls mit dem Nahrungscanale des Mutterthieres communicirende Magenschlauch. Am freien Rande der Knospe treten dann vier Pigmentflecke und die Anlage der zwischen Scheibe und Magenrohr eingeschlagenen Randfühler auf. Zuletzt bildet sich zwischen den angeschwollenen peripherischen Enden der vier Gefässe das Ringgefäss, der Mund öffnet sich und die Knospe fällt in Folge ihrer Contractionen ab. Ausser diesem Vorgange beobachtete *Busch* noch Knospenbildung an der

16) a. a. O. p. 30.

17) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 121.

18) In seinem Archiv 1851. p. 272. Taf. XI.

19) *Fauna littor. Norvegiae.* 1. *Fasc. p.* 10. s. auch *Edw. Forbes*, *Monograph of the British Naked-Eyed Medusae.* London 1847. Taf. XII.

20) s. *Busch* a. a. O. Taf. 1. Fig. 1—5.

Digitized by Google

Randhaut sehr junger Chrysaoren, welche sich vielleicht auf eine Ephyrabildung (s. oben) beziehen [21]).

Die Entwickelung der Rippenquallen ist leider noch sehr wenig bekannt. Aus den Beobachtungen von *Joh. Müller* [22]), welche *Kölliker* zu bestätigen Gelegenheit hatte [23]), geht jedoch mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass dieselben keine Metagenese erleiden. Die $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{8}'''$ grossen Jungen waren wenigstens ohne Schwierigkeit auf die Form der entwickelten Ctenophoren zurückzuführen.

§. 48.

Echinodermen.

In der Abtheilung der Coelenteraten fanden wir einzelne Formen, welche trotz ihrer radiären Körpergestalt Andeutungen einer bilateralen Symmetrie erkennen liessen. Es war dies hauptsächlich bei den Ctenophoren, selten in früheren Entwickelungszuständen der Polypen der Fall. Wie schon öfter erwähnt, weichen die Echinodermen hiervon durch den Umstand ab, dass bei allen die früheren Embryonal- oder Larven- oder Ammenzustände entschieden bilateral symmetrisch sind. Der genauere Verlauf der hierbei concurrirenden Vorgänge ist bis auf vereinzelte Angaben Anderer von *Joh. Müller* beobachtet und beschrieben worden und es bezeichnen seine hierauf bezüglichen Arbeiten [1]) gewiss eine der glücklichsten Perioden der vergleichenden Entwickelungsgeschichte, da die Eigenthümlichkeiten der hier auftretenden Formen auch manches Licht auf andere, den Echinodermen näher oder entfernter stehende Gruppen werfen liessen. *Joh. Müller* hat selbst in seiner letzten Abhandlung den allgemeinen Plan in der Entwickelung der Echinodermen besprochen; ich kann daher nichts Besseres thun, als, seiner Darstellung folgend, den Versuch zu wagen, die Entwickelung dieser Thiere in ein Gesammtbild zu vereinigen.

Die ersten Beobachtungen über die Entwickelung der Echinodermen, welche zufällig das eine Endglied der hier auftretenden Formenreihe trafen, machte *Sars* an *Echinaster Sarsii M. T.* und *Asteracanthion Mülleri Sars* (Wiegm. Arch. 1837 und 1844 und *Fauna littor. Norvegiae Fasc. I.* 1846). *Sars* deutete ferner schon an, dass das von ihm be-

21) a. a. O. p. 27. Taf. VI. Fig. 7.

22) a. a. O. p. 277.

23) Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. IV. p. 318.

1) In den Abhandlungen der Berliner Akademie. Phys.-math. Cl. a. d. Jahren 1846, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852.

Digitized by Google

schriebene und abgebildete Thier, welches er *Bipinnaria* nannte, die Entwickelungsform eines Seesternes sein möge (*Beskrivelser og Jagtag. etc. p.* 38. Taf. 15. Fig. 40, *a b c d*). Der des *Echinaster Sarsii* ähnliche Entwickelungsformen beobachteten dann *Agassiz* (*Lectures on compar. Embryology. p.* 13. Fig. III. IV. *p.* 15) und *Busch* (a. a. O. p. 77), letzterer an *Echinaster sepositus*, ersterer an einer unbestimmten Art *Echinaster*. *Derbès* verfolgte zuerst die Veränderung des infusoriumartigen Jugendzustandes in die bilaterale Amme bei *Echinus* (*Ann. de sc. nat.* 3. *Sér. T. VIII. p.* 80), was gleichzeitig mit ihm auch *Krohn* beobachtete (Beitrag zur Entwickelungsgesch. der Seeigellarven, 1849) und später *Busch* (a. a. O. p. 88) bestätigte. Eine eigenthümliche Entwickelungsweise lehrten uns dann noch *Krohn* (Müll. Arch. 1851. p. 338) und *M. S. Schultze* (ebend. 1852. p. 37. Taf. I.) an *Ophiolepis squamata* kennen.

Die verschiedenen Entwickelungsformen der Echinodermen bilden eine ununterbrochen zusammenhängende Reihe, deren Anfangsglied Thiere enthält, welche ihre Jungen in der radialen Form des entwickelten Echinoderms lebendig gebären. An diese schliessen sich Arten mit Larvenorganen, bei denen sich aber die Hauptmasse des Eies direct in den radialen Seestern verwandelt. Auf diese folgen Formen, bei denen zu den bilateralen Larvenorganen der ersten Arten ein gleichfalls seitlich symmetrischer Ammenkörper kömt, in dessen Inneren das Echinoderm als Knospe neu angelegt wird. Den Schluss der Reihe bilden endlich die Holothurien, deren bilaterale Larven sich durch einfachere Veränderungen in die radiale Form verwandeln.

Zu der ersten Form gehört bis jetzt nur[2]) *Ophiolepis squamata M. T.*, deren Entwickelung *Krohn*[3]) und *Max S. Schultze*[4]) verfolgten. Des Letzteren vollständigere Untersuchungen ergaben Folgendes. In den jüngsten noch in den Interbrachialräumen von einer structurlosen Hülle zusammengehaltenen und durch kurze Stiele befestigten Eiern treten in der Nähe des Stieles excentrisch zwei symmetrische Kalkconcretionen auf, welche die einzige Andeutung bilateraler Symmetrie in dieser Entwickelungsform darstellen. Allmählich vergrössert sich das Ei, wird platt und zeigt bald auf der späteren Rückenfläche fünf Y-förmige Concretionen, denen bald an der Peripherie fünf gleichgeformte als erste Spur der Arme folgen.

---

2) *Müller* erwähnt noch der Angabe *Oersted's* über *Synapta vivipara Oerst.*, über deren Entwickelung jedoch nichts vorliegt. Die *Videnskab. Meddelelser fra d. naturhist. Forening i Kjöbenhavn för* 1849 *og* 1850, welche nicht in Leipzig existiren, konte ich übrigens nicht vergleichen.

3) Müll. Arch. 1851. p. 338.

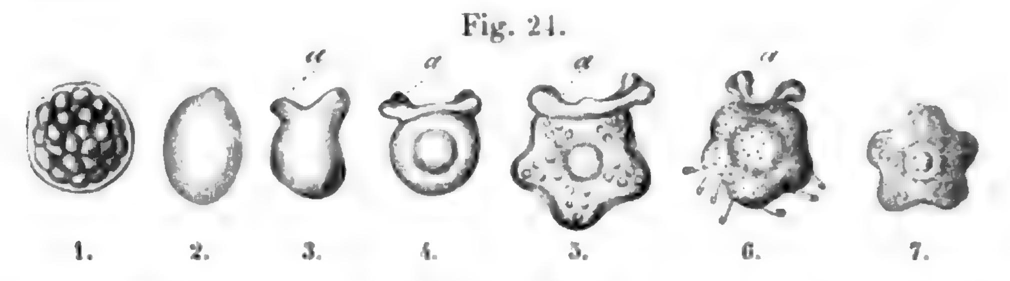
4) Ebend. 1852. p. 37. Taf. I.

Digitized by Google

Bald treten auch an der Bauchseite die ersten Anlagen der Kauflächen auf, das Echinoderm schliesst sich gegen den Stiel hin ab und die bilateralen Concretionen schwinden, ohne sich irgendwie verändert zu haben. Später löst sich die Ophiure noch von der dünnen Haut umgeben ab und gelangt in die Leibeshöle, in welcher sie sich vergrössert, wahrscheinlich hier eine Mundöffnung zu dem wol schon vorher angelegten Magen und Darm erhält und zum endlichen Geborenwerden reift.

Die zweite Form weist Larven mit totaler Flimmerung und kolbenförmigem Larvenorganen zum Festheften während ihrer Weiterentwickelung auf. Es gehören hierher *Echinaster Sarsii* und *sepositus M. T.*, *Asteracanthion Mülleri Sars* nebst dem *Agassiz*'schen Echinaster nach den Beobachtungen von *Sars*, *Agassiz*, *Schultze* (a. a. Orten) und *J. Müller* [5]). Ich gebe hier die Abbildung von *Sars* über die Entwickelung des *Echinaster Sarsii* (*sanguinolentus Retz.*) nach *Sars*.

Fig. 24.



(Zu vergleichen ist noch Taf. I. Fig. 1 — 14 der letzten *Müller*'schen Abhandlung.) Nach der Furchung erhält das Junge eine ovale Form und schwimmt mit Hilfe seines Flimmerüberzugs (Umhüllungshaut) frei umher. Nach einigen Tagen beginnt die Kolbenbildung. Zwischen derselben befindet sich eine Papille, welche jedoch nicht durchbohrt ist Der *Agassiz*'sche Echinaster besitzt nur einen Kolben, dem gleichfalls eine Öffnung fehlt. Mittelst dieser Kolben sitzen die Lärvchen entweder in der durch Zusammenbiegen der Arme gebildeten Bruthöle der Mutter oder an fremden Gegenständen fest. Die Kolben sind hohl und communiciren mit der Leibeshöle. *Agassiz* hält sie daher für Dottersäcke, *Müller* dagegen nur für Haftorgane. Sie stehen nicht mit dem Darme, nur mit der Leibeshöle in Verbindung,

5) Abhdlg. a. d. J. 1852.

Fig. 24. Entwickelung des *Echinaster Sarsii M. T.* 1. Ei auf einem der späteren Furchungsstadien; 2. ovales, mit Flimmern überzogenes Junges; 3. dasselbe mit dem Larvenorgan *a*; 4. die Kolben haben sich bilateral entwickelt; 5. der übrige Dotter zeigt bereits die Seesternform (Bauchfläche); 6. Rückenansicht; 7. junger Seestern nach abgeworfenen Kolben.

Digitized by Google

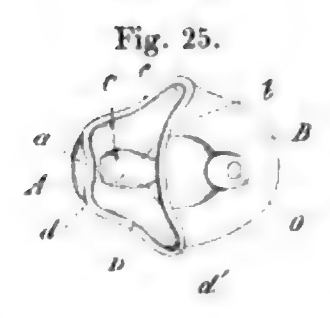
und zwar, in Bezug auf den späteren Stern, Anfangs von dessen Rande aus; nur zuweilen rücken sie auf die Bauchfläche, wie *Schultze* und *Agassiz* sahen. Im Inneren des Körpers entsteht zunächst der Magen an der der Anheftungsstelle der Kolben entgegengesetzten Seite in der Form eines runden Körpers mit centraler Höle. Derselbe rückt nach und nach in die Mitte des nun platt gewordenen Seesterns, während sich die Leibeshöle um ihn ausbreitet. Allmählich schnürt sich der mit dem Kolben communicirende Theil ab. Ist die Magenbildung vollendet, so öffnet sich der Mund, der, wie der ganze Darm, den definitiven des späteren Seesterns darstellt. Gleichzeitig treten die ersten Ambulacren auf, die provisorischen Haftkolben schwinden und der Seestern wird geboren. Versucht man diesen Entwickelungsgang auf das Schema der nächsten Form zu reduciren, so entsprechen, wie *J. Müller* angibt, die Kolben den drei Armen am Ende der Brachiolaria (Fig 32 *y*).

Die dritte Form umfasst die während ihrer Entwickelung mittelst Wimperschnüren schwärmenden Ammen, welche sich alle aus einer Grundgestalt herleiten lassen und wegen der Form der erst beobachteten hierher gehörigen Formen von *J. Müller* die pluteusförmigen genannt werden. Jedoch gehören auch die wurmförmigen hierher. Diesem Entwickelungsschema folgen die meisten Ophiuren, die Echinen, die Holothurien und ein Theil der Seesterne, letztere mit eigenthümlich modificierter Ammenform, welche die Bipinnaria, Brachiolaria und Tornaria bilden. Das Verständnis der hierher zu zählenden Ammenformen ist wesentlich dadurch erleichtert worden, dass *Joh. Müller* selbst aus den jüngsten Formen eine allgemeinsame Grundgestalt construierte. Für sämtliche gilt zunächst, dass sie entschieden bilateral sind, dass sie eine Rücken- und Bauchfläche erkennen lassen, auf welcher letzterer der Larvenmund und After angebracht ist und dass eine mannichfach, aber charakteristisch gebogene Wimperschnur die Locomotion vermittelt. Nach der Form der letzteren zerfallen sie zunächst in zwei Gruppen. Die erste hat eine einfache, in sich zurücklaufende, die zweite eine doppelte, zwei geschlossene Züge darstellende Wimperschnur. Beide stimmen aber darin überein, dass diese Wimperschnüre der seitlichen Symmetrie folgen und nicht transversale sind[6]). Was die erste Gruppe betrift, so lassen sich alle Formen auf die in Fig. 25 beistehende schematische zurückführen. Die Rücken- und die vorliegende Bauchseite sind

6) *Huxley's* entgegengesetzte Auffassung (*Ann. of nat. hist.* 1851. *p.* 1) hat schon J. *Müller* zurückgewiesen.

Digitized by Google

Fig. 25.



platt; an letzterer ist vorn ein kleineres (*A*), hinten ein grösseres (*B*), den After (*O*) enthaltendes Feld sichtbar. Zwischen beiden ist eine mittlere ventrale Impression (*D*) mit dem Larvenmund (*C*). Die in sich zurücklaufende Wimperschnur hat zwei seitliche Züge (*c*) und zwei quere, einen vorderen (*a*) und einen hinteren (*b*). Beide gehen durch dorsoventrale Umbiegungen in einander über, von denen die vordere mit *d*, die hintere mit *d'* bezeichnet ist. In den folgenden Figuren bezeichnen dieselben Buchstaben stets homologe Theile. Die verschiedenen Formen resultiren aus der Grundgestalt durch Bildung von Fortsätzen aus den Körperrändern, welche der Wimpersaum überzieht. Fortsätze an den hinteren dorsoventralen Umbiegungen, welche *Müller* Auricularfortsätze oder Auriculae nennt, sind wie jene mit *d'*, Fortsätze an den vorderen dorsoventralen Umbiegungen mit *d* bezeichnet. Hierzu kommen noch Fortsätze

Fig. 26.

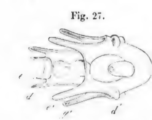
am dorsalen Seitenrande *g* (und näher der dorsoventralen Umbiegung) *g'*, ferner Fortsätze am Rande des hinteren Bauchfeldes *e'* und des vorderen *e*. Mit Hilfe dieser Bezeichnungen ist es leicht, die folgenden Formen mit Hinweglassung der Mittelglieder zu verstehen. Fig. 26 gibt die schematische Form einer entwickelten Ophiurenlarve (Pluteus). Der hintere Körperabschnitt ist sehr verbreitert; die dorsoventralen Umbiegungsstellen in lange Auricularfortsätze *d'* ausgezogen. Das vordere Bauchfeld ist sehr klein. Auch die vorderen dorsoventralen Umbiegungen sind in Fortsätze *d* verlängert; hierzu kommen noch Fortsätze des dorsalen Seitenrandes *g'*. Gleichermaassen sind die Homologien der Echinidenlarven zu bestimmen. Fig. 27 gibt die Form mit sogenannten Wimperepauletten. Das vordere Bauchfeld ist ausserordentlich klein, die queren Wimperzüge doch

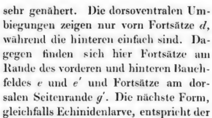
Fig. 25. Schematische Grundgestalt der Holothurien-, Ophiuren- und Seeigellarven. *A* vorderes, *B* hinteres, *D* mittleres Bauchfeld, *C* Mund, *O* After; *a* vorderer, *b* hinterer querer Wimperzug, *c* dorsaler Seitenrand, *d* vordere, *d'* hintere dorsoventrale Umbiegung.

Fig. 26. Schematische Form der Ophiurenlarven (Pluteus).

Digitized by Google

Fig. 27.





sehr genähert. Die dorsoventralen Umbiegungen zeigen nur vorn Fortsätze *d*, während die hinteren einfach sind. Dagegen finden sich hier Fortsätze am Rande des vorderen und hinteren Bauchfeldes *e* und *e'* und Fortsätze am dorsalen Seitenrande *g'*. Die nächste Form, gleichfalls Echinidenlarve, entspricht der vorhergehenden. (Fig. 28.) Nur treten hier noch mittlere Fortsätze am dorsalen Seitenrande *g* u. nicht wimpernde Fortsätze *x* aus der Kuppel des hinteren Körperendes auf. — Die letzte Form endlich, welche sich noch auf den ersten Typus bezieht, bieten die Holothurienlarven (die Auricularien)[7]) dar. (Fig. 29.) Charakteristisch ist die bedeutende Grösse des vorderen Bauchfeldes, die Annäherung der vorderen dorsoventralen Umbiegungen *d*, ferner die durch kurze Fortsätze bedingte Wellenlinie des dorsalen Seitenrandes, sowie die quere Richtung der Fortsätze der Ränder des vorderen und hinteren Bauchfeldes *e* und *e'*. Wir werden später die Beziehungen dieser Modificationen zu der eigenthümlichen Entwickelungsweise der Holothurien kennen lernen. An den Larven ist ferner die Kleinheit der mittleren ventralen Impression zu bemerken, welche sich in die Seitenfurchen nach vorn und hinten fortsetzt.

Fig. 28.

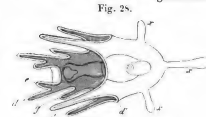
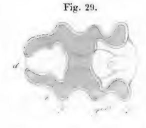


Fig. 29.



Die zweite Hauptform ist von der ersten dadurch verschieden, dass sich das vordere Bauchfeld, vor welchem schon bei den Auricularien

7) Dieser Name, wie Pluteus, und die späteren, Brachiolaria, Tornaria, waren von *J. Müller* den Larven vorläufig gegeben, ehe ihr Zusammenhang mit gewissen Echinodermen sicher ermittelt war.

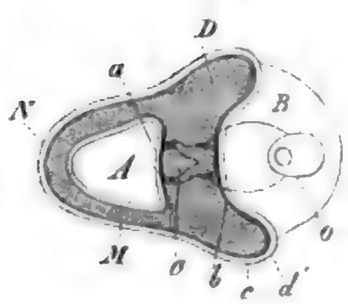
Fig. 27. Echinidenlarve mit Wimperepauletten.

Fig. 28. Seeigellarve „mit gegitterten Kalkstäben ohne Wimperepauletten". *Müller*.

Fig. 29. Schematische Form der Holothurienlarve (Auricularia).

Digitized by Google

Fig. 30.



die dorsoventralen Umbiegungen sich so nahe kamen, mit einer besonderen kleinen in sich zurücklaufenden Wimperschnur (*M*) umgibt, während die grössere (*N*) den Rand des hinteren Bauchfeldes, den dorsalen Seitenrand und das dorsale Vorderende, wenigstens zuweilen, umgrenzt. (Fig. 30.) An dieser Form treten ganz gleiche Fortsätze wie an der ersten auf, welche daher als homologe mit gleichen Buchstaben bezeichnet werden konten. Fig. 31 gibt die ideale Form der Bipinnaria. Der Rand des vorderen, mit eigener Wimperschnur umsäumten Bauchfeldes ist in Fortsätze *e* ausgezogen, analoge finden sich am Rande des hinteren, *e'*, die hintere dorsoventrale Umbiegung ist in kurze Auriculae *d'* ausgezogen, der dorsale Seitenrand trägt die Fortsätze *g* und *g'*. Die letzte hierhergehörige Form ist die Brachiolaria. (Fig. 32.) Sie stimt in Bezug auf ursprüngliche Zahl und Richtung ihrer Fortsätze mit der Bipinnaria überein, weicht jedoch dadurch von ihr ab, dass sich am vorderen Ende drei kolbige, nicht von der Wimperschnur überzogene Fortsätze *y* entwickeln, welche der Lage und Stellung nach dem Kolben der Echinasterlarven entsprechen und so gewissermaassen die ganze Formenreihe zum Abschlusse bringen.

Fig. 31.

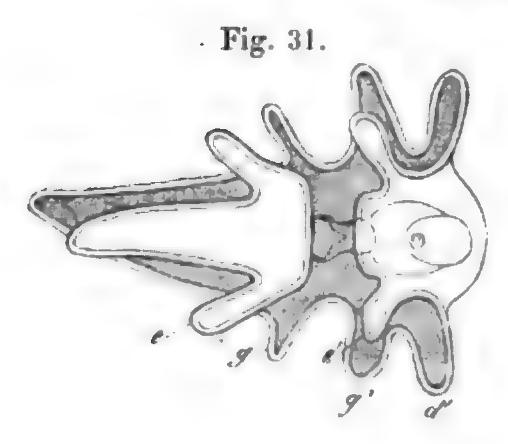
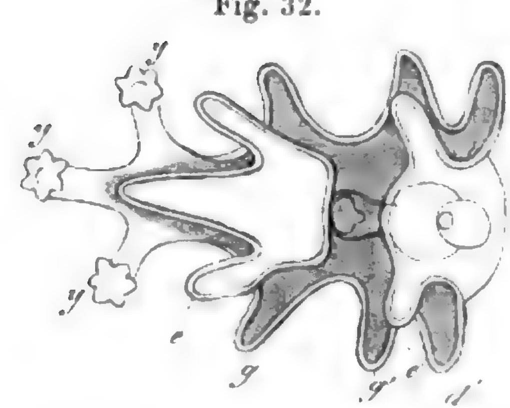


Fig. 32.



Bei der weiteren Entwickelung der hier aufgezählten Formen tritt zuweilen der Fall ein, dass die Larve sich zunächst in ein wurmförmiges Thier verwandelt, wie die Holothurien es besonders thun. Ihre morphologischen Verhältnisse werden später besprochen. Allgemein ist zu bemerken, dass die an ihnen dann auftretenden Wim-

Fig. 30. Ideale Grundgestalt der Bipinnaria, Tornaria und Brachiolaria: *N* grössere, *M* kleinere Wimperschnur; *A B C D O a b c d d* wie in Fig. 25.

Fig. 31. Schematische Form der Bipinnaria.

Fig. 32. Schematische Form der Brachiolaria.

Digitized by Google

perkränze aus der ursprünglichen Wimperschnur abzuleiten sind, welche bilateral ist; dem entsprechend liegen auch die reifenförmigen Wimperkränze nicht so, dass eine Linie vom Munde zum After die Achse für dieselben darstellte.

Mit Ausnahme der schon besprochenen Echinaster- und Asteracanthionarten, der Holothurien und der, letzteren durch die wurmförmigen Larven verwandten Seesternarten wird das junge Echinoderm im Inneren des Ammenkörpers als neue Knospe angelegt. Die Mehrzahl der sogen. Larven stellen daher Ammen vor, die Entwickelung ist eine mit Metagenese. Letztere ist aber die eigenthümlichste, welche nur vorkommen kann. *Joh. Müller* sieht die Bedingung für die abweichende Entwickelung in der Function des Ambulacralsystems des ausgebildeten Echinoderms[8]). Überall sind die Ambulacren Bewegungsorgane (locomotive oder Greiforgane), sie bedürfen daher zur Entfaltung ihrer Thätigkeit einer festen, in den Kalkablagerungen des Perisoms gegebenen Stütze. Beide Theile setzen sich also gegenseitig voraus. Das junge Echinoderm muss daher entweder innerhalb des mütterlichen Körpers so weit entwickelt werden, bis es Ambulacren und Kalketui besitzt, und dann kann es gleich radiär angelegt werden (*Ophiolepis squamata*, oder nur mit provisorischen Haftorganen: Echinaster und Asteracanthion), oder es muss so lange schwimmend erhalten werden, bis die Ambulacren gebildet und die nöthige Quantität Kalk vorhanden ist. Sollte es in letzterem Falle gleich radiär angelegt sein, so müsste es Wimper- oder andere provisorische Locomotionsorgane erhalten, soll es dagegen anfangs nur schwärmen und erst später mittelst der Ambulacren kriechen, so muss eine Metamorphose erfolgen. Dieselbe soll den bilateralen Typus in den radialen überführen; und zwar geschieht dies nur bei den, auch in der entwickelten Form deutliche Zeichen einer seitlichen Symmetrie aufweisenden Holothurien durch eine einfache Metamorphose, bei den übrigen wird das Echinoderm neu angelegt, und zwar so, dass die Achse seines Strahlenkreises mehr oder weniger rechtwinkelig auf die Achse der bilateralen Amme zu stehen kömt. Eine Eigenthümlichkeit dieser Metagenese liegt nun aber noch darin, dass das junge Thier den Darm der Amme aufnimt; Mund und Schlund können dagegen nirgends benutzt werden, diese Theile gehen daher mit dem übrigen Ammenkörper zu Grunde.

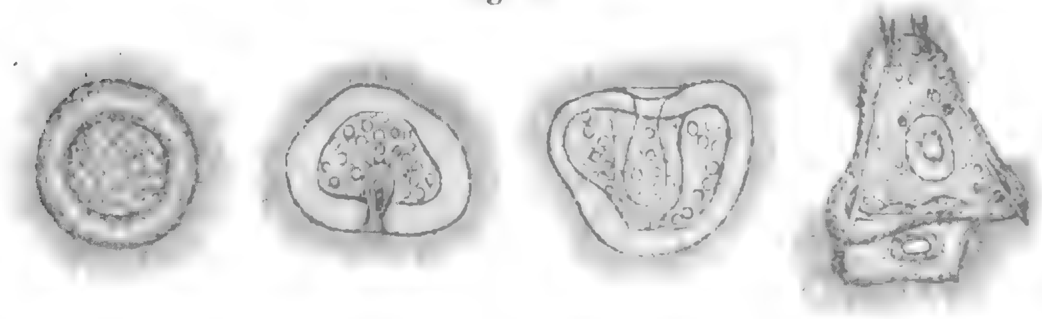
Was nun die Entwickelung selbst anlangt, so bildet sich auch hier nach der Furchung ein allgemein wimpernder Zellenüberzug.

8) s. *Müller's* sechste Abhandlung: Über den allgemeinen Plan in der Entwickelung der Echinodermen. Berlin 1853. p. 31.

Digitized by Google

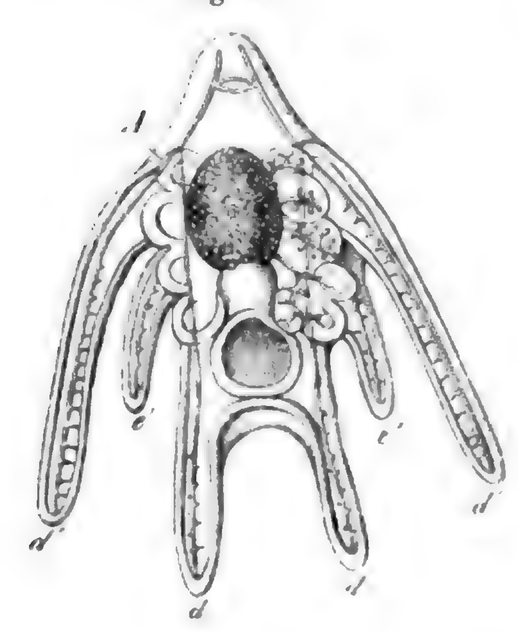
Die ersten Umwandlungen haben uns *Derbès* und *Busch*[9]) kennen gelehrt. In dem runden oder ovalen Jungen entsteht zuerst die Anlage des Darmes, welche sich bald durch eine Mundöffnung an einem Ende öffnet. Das Thierchen erhält dabei die Form einer Pyramide und erleidet eine Einbiegung, die den Mund auf die eine Fläche bringt. Allmählich entwickelt sich die bilaterale Wimperschnur,

Fig. 33.



die dann bald die ihr eigenthümlichen Fortsätze entwickelt, in welchen wiederum Kalkablagerungen auftreten. Die oben befolgte Ordnung einhaltend beginne ich hier mit der Entwickelung der Ophiuren. Die hierhergehörigen Larven gehören der oben in Fig. 26 gegebenen Grundgestalt an. Die beiden beistehenden Figuren (33. u. 34) lassen sich ohne Schwierigkeit auf jene Form zurückbringen, sie stehen beide mit dem vorderen Ende nach unten. Der Ammenmund ist in der mittleren Impression sichtbar, im hinteren Theile de Ammenkörpers der Darm. Zu den Seiten des Anfangstheils des letzteren treten blindsackähnliche Fortsätze auf, die ersten Anlagen des Seesternes. Später werden in diesen Kalkstäbe sichtbar, die Anlagen des kalkhaltigen Skelets. Der Darm der Amme wird allmählich in die Mitte der jungen Seesternscheibe genommen. Von Anlagen des Ambulacralsystems und der damit zusammenhängenden Theile, Steincanal und Madre-

Fig. 34.



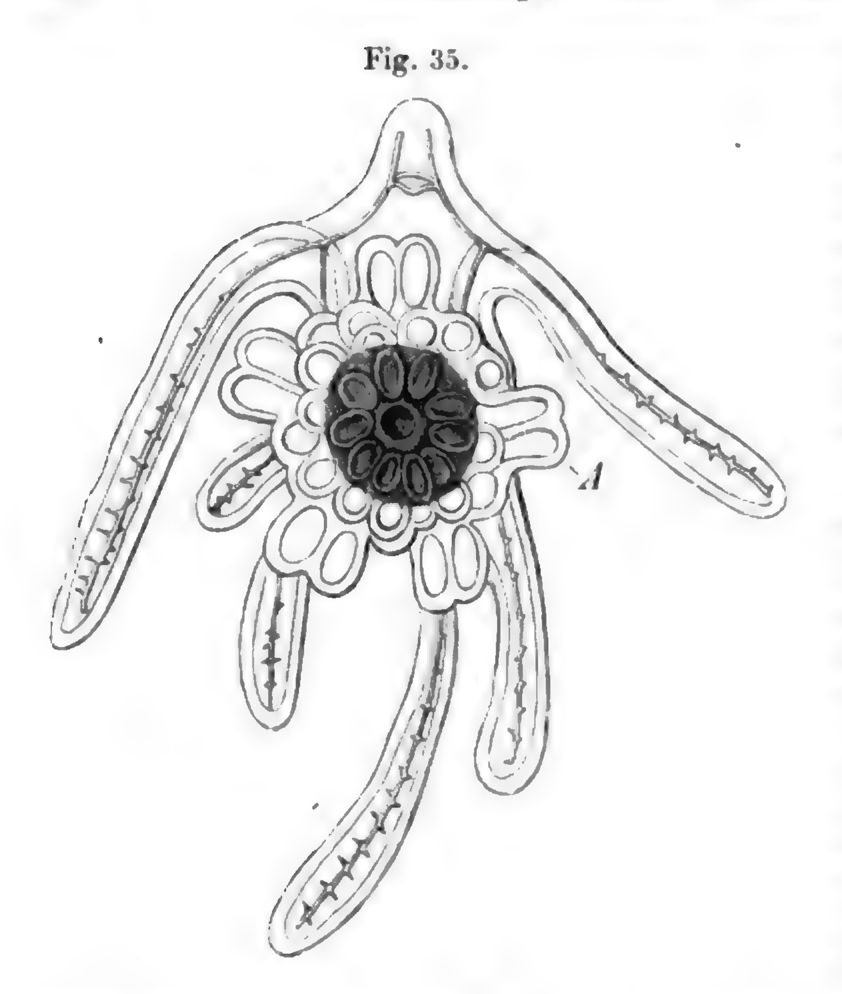
9) a. a. Orten.

Fig. 33. Erste Veränderungen eines Echinuseies nach *Derbès*.

Fig. 34. Pluteusförmige Ophiurenlarve. *A* Anlage des Seesterns, die übrigen Buchstaben wie in Fig. 25.

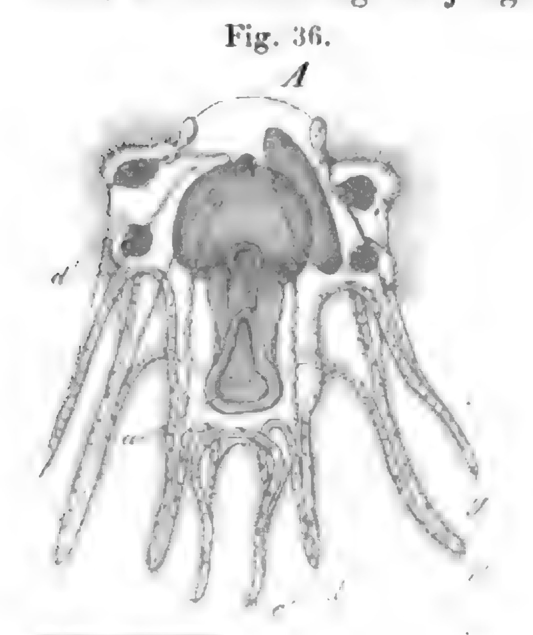
Digitized by Google

Fig. 35.



porenplatte, welche man in anderen Ammen (s. unten) sich selbständig entwickeln gesehen hat, ist hier noch nichts beobachtet worden. Die spätere Lage der Madreporenplatte spricht aber auch für diese Fälle gegen die frühere Ansicht, dass sie den Punkt des Zusammenhangs des Seesternes mit dem Schlunde des Ammenkörpers bezeichne, wogegen schon ihre mehrfache Zahl sprechen konte [10]). Bezeichnend für diese Entwickelungsweise ist die Stellung des jungen Echinoderms mit seiner Achse gegen die der Amme. Die langen Seitenfortsätze entsprechen den hinteren dorsoventralen Umbiegungsstellen die übrigen gehören dem vorderen (früher von *Joh. Müller* hinteres oder Mundgestell genannten) und hinteren Bauchfelde an (letzteres war früher als Markise oder vorderer Schirm bezeichnet, so noch in *Müller's* 5. Abhandlung). Eine an Fig. 27 sich anschliessende Ammenform (Fig. 36) bezeichnet die häufigste Entwickelungsweise der Echiniden. Die hintere dorso-

Fig. 36.



10) s. *Joh. Müller*, Anatom. Studien über die Echinodermen in seinem Archiv, 1850. p. 117.

Fig. 35. Eine ähnliche, aber etwas ältere Larve. *A* Seestern, das übrige wie vorhin.

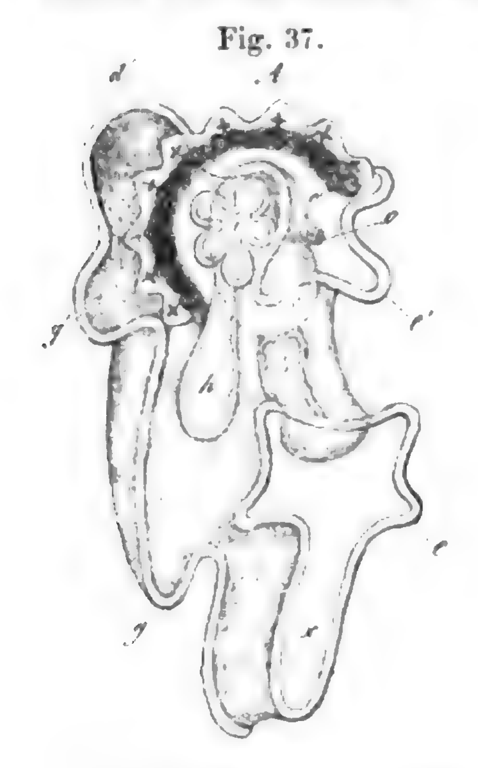
Fig. 36. Echinuslarve mit Wimperepauletten. *A* knospenförmige Anlage des künftigen Seeigels.

Digitized by Google

ventrale Umbiegung ihrer Wimperschnur ist einfach, ohne Fortsätze; dagegen befinden sich unmittelbar hinter derselben besondere Wimperorgane, die sogenannten Wimperepauletten. Die übrigen Fortsätze sind an ihrer Bezeichnung zu erkennen. Der junge Seestern ist in der Form einer soliden Anlage neben dem Ammendarme sichtbar (*A*). In demselben treten bald die Anlagen der Ambulacralfelder auf. An dieser Form fand *Joh. Müller* noch, ehe die Ambulacren selbst angelegt waren, eine flimmernde Blase mit einem am Rücken der Amme sich öffnenden Canal [11]). Es ist dies die Anlage des Steincanals, die Öffnung wird zur späteren Madreporenplatte, entsteht also unabhängig von der Lösung des Echinoderms aus dem Ammenkörper.

Von den bisher betrachteten Ammenformen abweichend ist die zuerst von *Sars* beobachtete Asteridenamme, Bipinnaria, deren ideale Form in Fig. 31 gegeben wurde. Die jüngsten von *J. Müller* gesehenen Zustände schliessen sich ganz genau an die schematische Grundgestalt Fig. 30 an [12]). Sie ist, wie erwähnt, durch den Besitz einer doppelten Wimperschnur ausgezeichnet. In weiterer Entwickelung kömt sie der Fig. 32 sehr nahe; später wird sie aber dadurch besonders eigenthümlich, dass sich das Vorderende der dorsalen Fläche und das vordere Bauchfeld sehr verlängern und die Fortsätze der Wimperschnur näher an einander rücken, sich verschmälern und durch ein paar neue vom dorsalen Seitenrande vermehren. Hierdurch entsteht die von *Sars* gesehene Form [13]). Der Seestern wird auch hier zur Seite des auf den hintern, fortsatzreichen Ammenkörper beschränkten Darmes angelegt. Er erhält, wie die früheren Formen, einen neuen Mund und Schlund und es ist auch bei ihm ziemlich früh die Wimperblase des Steincanals zu bemerken. Etwas abweichend, jedoch auf dieselbe Form zu reduciren, ist die Bipinnaria von Triest *Müller's*, deren Abbildung anbeisteht. (Fig. 37.) Auch hier sieht

Fig. 37.



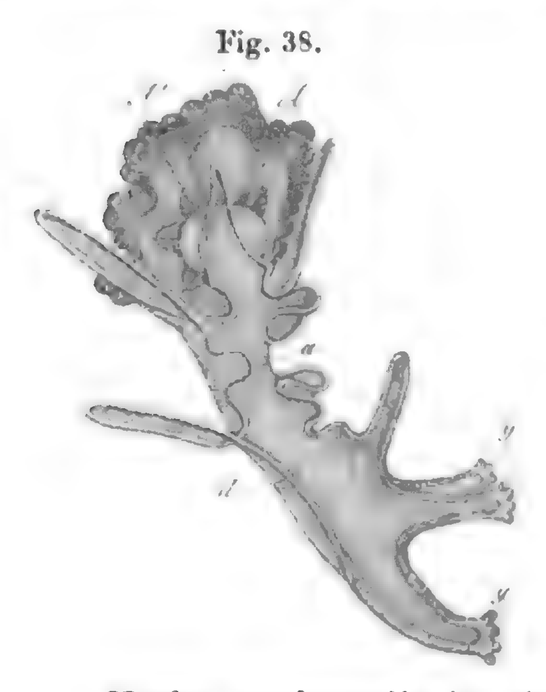
11) Abhdlg. a. d. J. 1850. Taf. VII. Fig. 4 *c**, 6 *c** und 6*.
12) s. *Müller*, Abhdlg. a. d. J. 1848. Taf. I. Fig. 1.
13) s. *Beskrivelser etc.* Taf. IV. u. *Müller* a. a. O. Taf. II. Fig. 1.

Fig. 37. Bipinnaria von Triest: *i* Tentakelkranz, *h* Steincanal (Wimperblase).

Digitized by Google

man, wie der Ammenmund nicht in den Seestern aufgenommen wird. Im Inneren der Seesternanlage hat sich ein fünfstrahliges Tentakelsystem mit der Wimperblase entwickelt. Von Fortsätzen sind schwache Auriculae, dann *e'*, *e* und *g* vorhanden. Der Bipinnaria verwandt und wie diese durch den Besitz einer doppelten Wimperschnur ausgezeichnet ist die Brachiolaria *Müller's*, deren ideale Form in Fig. 32 gegeben wurde. In beistehender Figur ist eine Brachiolaria mit der Seesternanlage gegeben; die Fortsätze *y* gehören dem dorsalen Vorderrande an, wimpern jedoch nicht; die Wimperschnur ist theilweise in Fortsätze ausgezogen, deren Homologie leicht aus Fig. 32 zu bestimmen ist. Am Hinterende ist die Anlage des Seesternes mit der im Centrum befindlichen wahrscheinlichen Anlage des Tentakelkranzes (*A'*).

Fig. 38.



Höchst merkwürdig ist die Entwickelung der Holothurien, deren Kenntnis wir gleichfalls *Joh. Müller's* classischen Untersuchungen verdanken. Sie ist dadurch von den bis jetzt betrachteten Formen ausgezeichnet, dass ihre Larven, obschon auf die Grundgestalt der Pluteusformen zu reduciren, doch ohne Metagenese durch eine einfache Metamorphose sich in das Echinoderm verwandeln. Die schematische Form ihrer Larven wurde in Fig. 29 gegeben. Als erste Andeutung der Verwandlung der, von *Müller Auricularia* genannten, Larven und als erste Anlage des späteren Echinoderms tritt an der Rückseite, über dem Anfange des Magens, etwas nach der Seite hin, ein Stern von Blinddärmchen auf, der künftige Tentakelkranz. Die Larve hat während dieser Zeit noch ihren Mund in der mittleren ventralen Impression, die Wimperschnur bildet die oben bezeichneten Fortsätze. Ehe jedoch die Holothurie frei wird, nimt die Larve noch eine andere Form an, die Gestalt einer

Fig. 39.

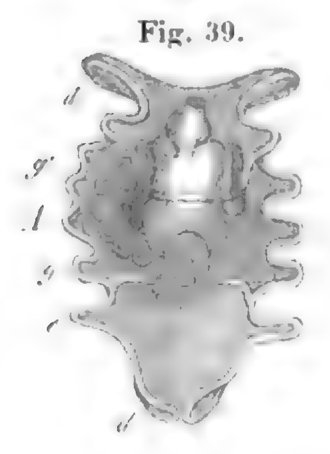


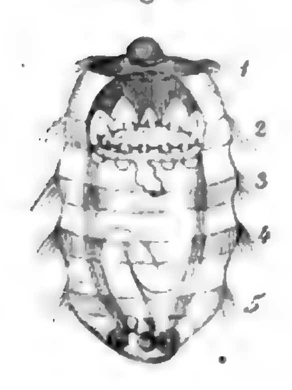
Fig. 38. Brachiolaria mit dem vorderen Kolben *y* und der Seesternanlage im hinteren (oberen) Ende (*A* u. *A'*).

Fig. 39. Holothurienlarve mit der ersten Anlage des Tentakelkranzes, *A*.

Digitized by Google

Tonne mit transversalen Wimperkränzen. Bei dieser Umwandlung geht der Larvenmund verloren, der Tentakelkranz, der anfangs weder mit Mund noch mit Magen irgendwie verwachsen war, tritt mit dem Larvendarm in Verbindung. Es entwickelt sich ein Kalkring unter den Tentakeln und an dem Ringcanal der letzteren eine wimpernde Poli'sche Blase. Es wurde oben hervorgehoben, dass die Fortsätze der Wimperschnur bei Holothurienlarven ziemlich quer ständen. Dies ermöglicht ihre Benutzung bei der Bildung der Wimperkreise. Die Biegungen derselben verlängern sich nämlich so, dass sich die Spitzen der Winkel auf der dorsalen und ventralen Fläche beinahe treffen. Die queren Schenkel dieser Winkel werden dann durch Neubildung zu einem vollständigen Wimperkreise verbunden, während die schiefen Verbindungstheile allmählich schwinden. Ihr Lauf ist später zuweilen am Pigment noch erkennbar. Etwas complicierter ist die Bildung des vordersten Wimperreifens; er entsteht dadurch, dass sich die Schnüre der dorsalen Seitenwand am Rücken zur Commissur vereinigen, während ebenso auf dem vorderen Bauchfelde eine Einbiegung der Wimperschnur entsteht, welche die ventrale Commissur bildet. Hieraus wird klar, warum der vorderste Reifen anfangs nach oben und unten abfällt. Der After der jungen Holothurie, welche nach Bildung der Wimperreifen in ihren Puppenzustand getreten ist, liegt zwischen dem letzten und vorletzten Reifen. Der Tentakelkranz bricht innerhalb des ersten Wimperreifens und zwar nach seiner ventralen Seite hin auf. In demselben Zwischenraume, in dem der After ventral liegt, tritt auch das erste Ambulacrum auf, und zwar zu einer Seite hin gelegen und mittelst eines langen Canals mit dem Tentakelringe verbunden. Hat der Tentakelkranz die Puppenhülle durchbrochen und seine Function als locomotives Organ übernommen, so verkümmern nach und nach die Wimperreifen, an deren Stelle häufig das reichliche Pigment zunächst übrig bleibt; in anderen Fällen schwindet auch dies gänzlich[14]). Die Erkennung der Species wird bei Holothurien durch das Auftreten meist specifisch geformter Kalk-

Fig. 40.



14) s. die verschiedenen Formen bei *Müller*, Abhandlung a. d. J. 1849. Taf. IV. Fig. 9. 8. a. d. J. 1852. Taf. VI. Taf. VII. Fig. 1. 2. 3.

Fig. 40. Holothurienpuppe mit Kalkrädchen am hinteren Ende (*Chirodota sp.*). Am Tentakelkranze, der noch in seiner Höle eingeschlossen ist, hat sich bereits ein Kalkring zu bilden angefangen.

Digitized by Google

theile in der Haut ermöglicht. Fig. 40 zeigt an ihrem hinteren Ende zwei ursprünglich in den Auriculae gelegene Kalkrädchen, welche unter den entwickelten Formen nur der Chirodota eigen sind, weshalb diese aus dem Mittelmeere stammende Puppe höchst wahrscheinlich auf eine dort noch nicht gesehene Chirodota zu beziehen ist.

Es ist noch einiger Formen zu gedenken, deren Entwickelungskreis nicht vollständig zu beobachten geglückt ist, der von *Müller* Tornaria genannten Larven mit der sich vielleicht an diese anschliessenden wurmförmigen Asterienlarve, welche *J. Müller* in seiner dritten [15]) und sechsten [16]) Abhandlung beschreibt und abbildet. Die Tornaria zeichnet sich vor allen anderen dadurch aus, dass ihr After genau in der Mitte des hinteren Körperendes liegt, und dass sich unabhängig von der Wimperschnur ein transversaler Wimperkreis am hinteren Ende bildet. Sehr zeitig tritt bei ihr der Steincanal mit dorsaler Mündung auf. Am vorderen Ende trägt sie zwei Augenflecke. Die wurmförmige Asterienlarve hat in der Mitte des hinteren Ringes eine Vertiefung, welche vielleicht dem After der Tornaria entspricht. Von den fünf Armen entspricht der vordere dem vorderen Abschnitte der Larve, die zwei seitlichen vorderen der mittleren Abtheilung derselben, die zwei hinteren der letzten. — Nicht ganz aufgeklärt ist die Entwickelung der Comatula. Wir wissen durch *Thomson's* Beobachtungen, dass der gestielte festsitzende *Pentacrinus europaeus* der Jugendzustand der Comatula ist. Durch *Busch* kennen wir die Larve derselben. Wie sich jedoch die zwischenliegenden Stadien verhalten, ist noch dunkel. Die Larve ist wurmförmig mit transversalen Wimperreifen [17]). Der Mund entsteht in einer Vertiefung auf der Bauchseite durch Unterbrechung des zweiten Wimperreifens. Es wird ersichtlich, dass auch hier die Achse des künftigen Sterns rechtwinkelig auf der Achse der Larve steht; die eigentliche Verwandlung ist jedoch noch nicht ermittelt.

§. 49.

Würmer.

Vielleicht noch mannichfaltiger als bei den Echinodermen ist die Entwickelungsweise der unter der Abtheilung der Würmer begriffenen Thierformen. Haben wir hier auch nur Thiere mit deutlicher seitlicher Symmetrie vor uns, so ist es bis jetzt wenigstens noch nicht geglückt, allgemein typische Verhältnisse zu finden. Es tritt jedoch

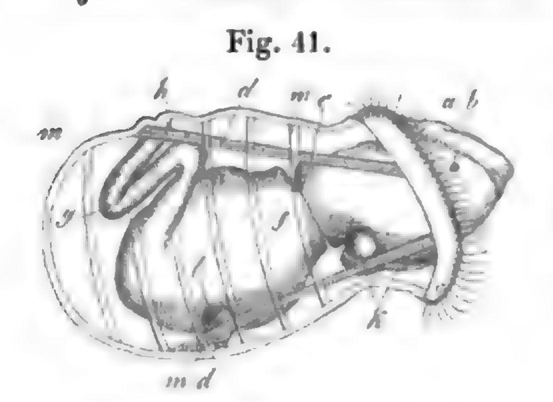
15) a. d. J. 1849. Taf. VI.
16) a. d. J. 1852. Taf. I. Fig. 15. 16.
17) s. *Busch* a. a. O. Taf. XIV. Fig. 1—7.

Digitized by Google

hier zum ersten Male eine wichtige embryologische Erscheinung auf, nämlich eine Primitivanlage, welche der Ausbildung der gesamten Körpergestalt vorausgeht; dies jedoch auch nur in den höheren Formen dieser Classe. Das Zweckmässigste wird hier sein, die einzelnen Ordnungen derselben ihrer Entwickelung nach zu verfolgen.

Was zunächst die Sipunculiden betrift, welche wol mit grösserem Rechte den Würmern zugezählt werden, so ist ihre Entwickelung leider nur unvollständig bekannt. So viel geht jedoch aus den bis jetzt ermittelten Thatsachen hervor, dass sie gleichfalls die Einreihung dieser Thiere unter den Würmern bestätigt. Die Larve, welche man durch *Müller* und *Krohn* kennt, lässt sich in keiner Weise auf die bei Echinodermen auftretenden Verhältnisse zurückführen; vielmehr schliesst sie sich manchen später zu betrachtenden Formen von Annelidenlarven an. Da die allmähliche organologische Differenzirung dieser Thiere noch nicht beobachtet ist, kann ich mich hier nur darauf beschränken, die Darstellung eines ihrer Stadien wiederzugeben. Mit anderen hat die Larve den vorderen Wimperkreis gemein, vor welchem sich die Anlage des künftigen Mundes und Rüssels findet. Der Darm zerfällt in Schlund, Magen und eigentlichen Darm. Die Haut trägt Muskelreifen und Rückziehmuskeln des Kopfes. Auf der Bauchseite findet sich eine eigenthümliche Wimperblase; weiter nach hinten ein Respirationsorgan. Auf jeden Fall hat das junge Thier noch eine Metamorphose zu erleiden, ehe es die definitive Form erlangt, deren Kenntnis um so interessanter wäre, als man im entwickelten Thiere Andeutungen des strahligen Typus finden zu können so lange geglaubt hat.

Fig. 41.



Während die Entwickelung der Acanthocephalen fast noch gar nicht gekannt ist, indem man die Zwischenformen zwischen dem Embryo mit Hornhäkchen und der entwickelten Form (ohne Generationsorgane) noch nicht beobachtet hat, ist man in der neueren Zeit glücklicher in Bezug auf die Entwickelung der Cestoden gewesen. Dieselben zeigen eine der ausgesprochensten Formen der Metagenese und ungeschlechtliche Vermehrung mit Stockbildung.

Fig. 41. Larve des Sipunculus nach *Krohn; a* Anlage des künftigen Rüssels, *b* Augenfleck, *c* Wimperkranz, *d* Zurückzieher des Kopfes, *e* Schlund, *f* Magen, *g* Darm, *h* After, *k* Flimmerbeutel, *l* Respirationsblase, *m* Quermuskelbinden.

Die Eier der Cestoden enthalten Bildungs- und Nahrungsdotter, wie früher bemerkt wurde. Die Furchung ist daher partiell und zwar auf eine eigenthümliche Weise. Der sich furchende Dotter findet sich nämlich nicht an der Oberfläche des Eies, sondern entsprechend der Bildungsweise desselben in dessen Centrum. Die Furchung geht daher im Innern des Eies unter dem Bilde einer sogen. Embryonalzellenbildung vor sich. An einzelnen Stellen treten die jungen Zellen an die Oberfläche und breiten sich hier auf Kosten des Nahrungsdotters zur Bildung der Umhüllungshaut aus[1]). Dieselbe trägt auch hier ein zartes Flimmerkleid. Im Innern wird der junge Wurm als Embryo (häufig mit hornigen Haken) angelegt, an dem dann auch bald die den verschiedenen Bandwurmarten charakteristischen Kopfanhänge auftreten. Derselbe entwickelt sich jedoch nicht zu einem Geschlechtsthier, sondern zu einer ungeschlechtlichen Amme, deren schwanzförmig ausgezogener Hinterleib durch eine Art Knospungsprocess allmählich zahlreiche, geschlechtlich sich entwickelnde Individuen hervorbringt, welche aber alle mit der Amme bis zu ihrer Geschlechtsreife verbunden bleiben und so die Glieder des Bandwurms darstellen, während die geschlechtslose, aber der ungeschlechtlichen Zeugung fähige Amme den sogen. Kopf bildet. In der Mehrzahl der Fälle geht die Entwickelung nicht an einem und demselben Wohnplatze des Thieres vor sich. Die hierher gehörigen Entozoen müssen wandern. Der hierbei befolgte Modus ist der, dass die befruchteten Eier des geschlechtsreifen Wurmes mit den Auswurfstoffen seines Wohnthiers in das umgebende Medium gelangen (meist in Wasser). Nachdem sich hier aus dem infusoriumartigen Jungen die Ammenform zu bilden begonnen hat, wandert dieselbe in niedere Thierformen ein, entwickelt sich dort weiter bis zur Reife, d. h. bis zur Fähigkeit Sprossen zu treiben. Aus diesen gelangt dieselbe dann meist dadurch in Wirbelthiere, dass diese die Wohnthiere der Amme zur Nahrung benutzen. Im Körper der Wirbelthiere angelangt, entwickelt dieselbe dann die Geschlechtsindividuen, anfangs zur Kette verbunden; später trennen sie sich einzeln und stellen dann den Trematoden sehr nahe verwandte Einzelthiere dar, welche Eier produciren, deren Entwickelungsgang der gleiche ist. Da die Entwickelung hier an gewisse äussere Bedingungen gebunden ist, die sich dem entwickelnden Jungen gegenüber als sehr in die Hand des Zufalls gegeben darstellen, so kann es nicht fehlen, dass nicht blos viele Eier

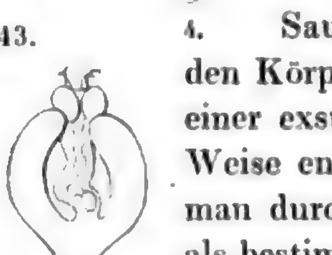
1) Über die Furchung der Bothriocephaleneier s. *Kölliker* in Müller's Arch. 1843. Taf. VII. Fig. 44 u. flgde.

Digitized by Google

nie zur völligen Entwickelung gelangen, sondern auch dass einzelne Jugendzustände nicht den rechten Boden zu ihrer Weiterentwickelung finden; sie verirren und solche verirrte Bandwurmjunge oder -Ammen (denn diese wandern) degeneriren dann. Sie werden „hydropisch" und stellen dann die sogen. Blasenwürmer dar. *Küchenmeister* und *v. Siebold* haben durch künstliche Überpflanzung der Cysticercen etc. in den Darm der adäquaten Wirbelthiere (durch Fütterung) die normale Weiterentwickelung wieder hervorgebracht und so das eben Gesagte, was man aus der Übereinstimmung des Baues schon längst ahnte, zur Evidenz erhoben. Es konte aber ferner nicht fehlen, dass die verschiedenen, in verschiedenen Thierformen gefundenen Entwickelungszustände für besondere Thiere gehalten wurden. Die Ammen wurden meist zur (geschlechtslosen) Gattung Scolex, die geschlechtlichen Einzelthiere, wenigstens in den Fällen, wo sie sich aus dem Verbande mit den übrigen lösen, als Proglottis beschrieben. Die gegliederte Bandwurmform entspricht also der proliferirenden Amme mit den noch zur Colonie vereinigten Einzelthieren und mit Bezug hierauf hat *Van Beneden* diese als die Strobilaform bezeichnet. Zur Veranschaulichung der Entwickelungsvorgänge habe ich des Letztern schematische Zeichnung der Tetrarhynchusformen benutzt. Fig. 42 gibt die Entwickelung des Scolex (der Amme) aus dem Eie; es bilden sich am Kopfe die vier Saugnäpfe. Allmählich wird der Kopf in den Körper eingestülpt, die ganze Amme von einer exsudierten Hülle umgeben. Auf diese Weise entstehen encystierte Formen, welche man durch die Bewaffnung des Kopfes schon als bestimmte Cestodenformen erkennen kann. (So fand *v. Siebold* eine solche encystierte Taenia in der Lungenhöle des Limax[2].) Auf günstigen Boden gelangt streckt sich der Scolex und verliert seine Hülle, der Kopf beginnt aus seiner Einstülpung hervorzutreten und stellt nun die ausgebildete mit noch ungegliedertem Schwanze versehene Scolexform dar. Letzterer beginnt nun aber nach

Fig. 42.

Fig. 43.



2) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. II. Taf. XIV.

Fig. 42. Jüngste Entwickelungsform des Scolex der Tetrarhynchen. 1 Ei, 2 Junges mit Saugnäpfen, 3 der Kopf beginnt sich einzustülpen, 4 eine Hülle hat sich ausgeschieden.

Fig. 43. Der Scolex streckt sich und streift seine Cyste ab.

Fig. 44.

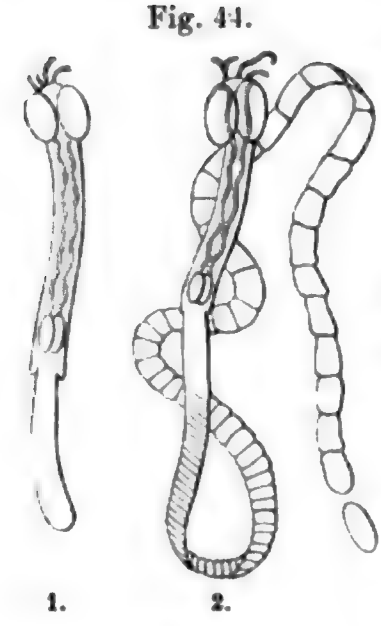
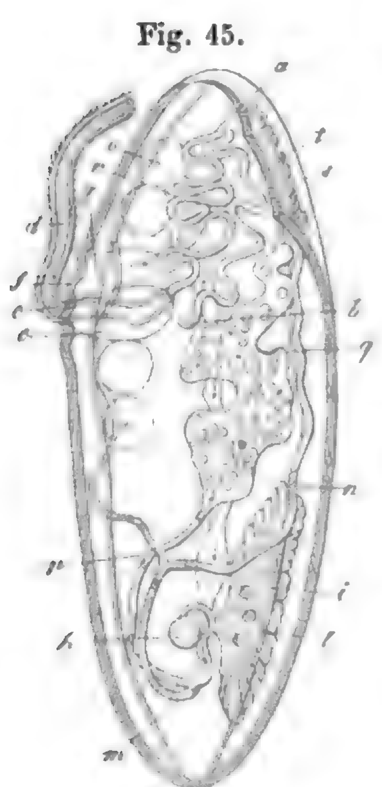


Fig. 45.



und nach einzelne Glieder zu entwickeln, welche sich in geschlechtliche Individuen verwandeln, so zwar dass die nächsten Individuen an der Amme die unentwickelten jüngsten sind, je weiter sie sich entfernen, desto reifere auftreten. In manchen Fällen lösen sich nun die einzelnen Thiere als Proglottis. Dieselben schliessen sich dadurch an die Trematoden an, dass sie wie diese einen Keimstock und Dotterstock besitzen, in deren einem die Keimbläschen mit dem Bildungsdotter, in dem andern der Nahrungsdotter gebildet wird. An der Vereinigungsstelle beider findet sich eine Samenblase, so dass hier wie bei den Trematoden die Befruchtung des Eies in dem Momente geschieht, wo der Nahrungsdotter sich um dasselbe legt. Da aus der Entwickelungsweise selbst hervorgeht, dass es nicht in unsere Hand gegeben ist, ein Ei auf allen seinen Entwickelungszuständen zu verfolgen, so kann natürlich manche vorläufig noch nicht zu übersehende Modification auftreten. Indess bleibt so viel doch sicher, dass die Bandwürmer Thierstöcke mit ungeschlechtlicher Amme (Kopf) sind, welche letztere man als selbständige Thiere aufgeführt hatte. Besonders in Bezug auf letztere ist für fernere zoologische Untersuchungen festzuhalten, dass geschlechtslose trematodenartige Thiere sehr leicht nichts anderes als Cestodenammen sein können.

Dem der Cestoden ist der Entwickelungsgang der Trematoden sehr nahe verwandt. Es findet sich auch hier echte Metagenese mit

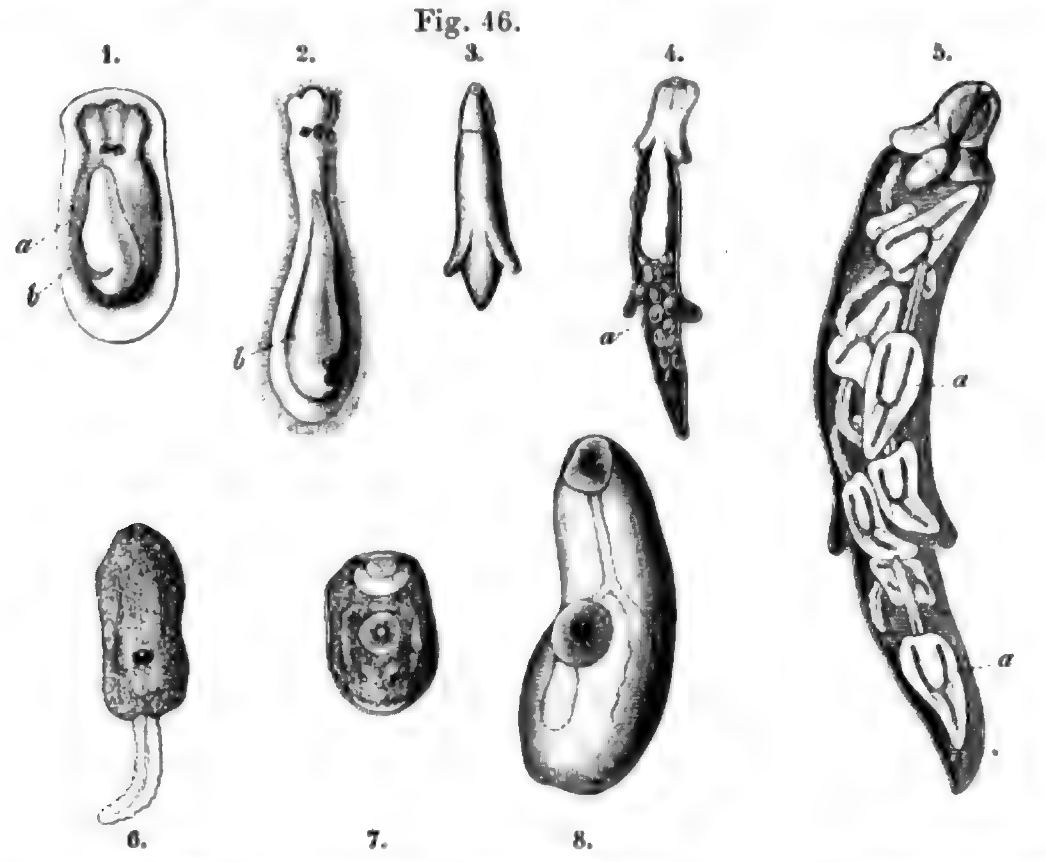
Fig. 44. 1. Ausgebildeter Scolex; 2. Strobilaform: an der geschlechtslosen Amme (Kopf des Bandwurms) hängen zahlreiche Einzelindividuen (Glieder), deren letzte der Geschlechtsreife am nächsten sind und sich endlich einzeln loslösen.

Fig. 45. Proglottisform derselben Reihe; *a* Hoden mit dem blinden Ende *b*; *c canalis deferens*; *d* Penis mit dem Cirrusbeutel *e*; *f* Öffnung der Vagina *g*; *h vesic. seminalis*; *i* Keimstock mit dem Ausführungsgang *l*; *n* Dotterstock mit dem Dottergang *m*; *o* durchsichtige Blasen im Innern des Körpers; *p* Eileiter; *q* Uterus; *r* Längscanäle; *s* Haut mit Drüsen *t*. — Nach *Van Beneden*.

Digitized by Google

monogener Vermehrung der Keime verbunden. Die Eibildung und Befruchtung geschieht auf dieselbe, eben für die Cestoden beschriebene Weise, daher auch die Furchung des Eies in ihrer äusseren Erscheinung sich an die bei den Bandwürmern anschliesst. Es bildet sich dann innerhalb der Eihüllen ein flimmernder Überzug um den Embryo, mittelst dessen das freigewordene Junge im Wasser schwimmt.

Fig. 46.



Im Innern desselben entsteht dann aus einem neuen Keime entweder direct die Anlage für das entwickelte Thier oder, wie es in der Figur dargestellt ist, von Neuem eine Amme, welche dann erst durch neue Keimbildung die Anlage für die Geschlechtsthiere produciert. Selbst in dieser zweiten Ammengeneration kann von Neuem eine Amme gebildet werden. Die zahlreich gezeugten Keime entwickeln sich nun zu Thieren, welche vor den entwickelten Trematoden den locomotiven Schwanzanhang voraus haben, also zu echten Larven, den Cercarien. Dieselben setzen sich dann an ihren künftigen Wohnthieren, oder wie die Cestodenammen an Thieren, welche den eigentlichen Wohnthieren als Nahrung dienen, fest, verpuppen sich dort, d. h. werfen

Fig. 46. Entwickelungskreis eines Trematoden, 1—3 *Monostomum mutabile*, 4—8 *Distomum pacificum*. 1 Embryo *a* in der Eihülle mit dem Ammenembryo *b*; 2 infusoriumartiges Junges, *b* Ammenanlage; 3 Amme frei geworden; 4 im Innern derselben sind *a* Keime für die Distomenlarven; 5 letztere, die Cercarien, sind ziemlich ausgebildet im Innern der Amme zu sehen; 6 eine Cercarie, frei mit Schwanz; 7 dieselbe encystiert, 8 fertiges Distomum.

Digitized by Google

den Schwanz ab und umgeben sich mit einer erhärtenden Hülle, und verwandeln sich so in geschlechtsreife Trematoden. Wir haben also hier Metagenese mit zwei bis drei eingeschobenen Entwickelungsreihen, dabei noch ungeschlechtliche Vermehrung während der Entwickelung und im letzten Gliede der ganzen Reihe eine wahre Metamorphose.

Eben so wenig als man bis jetzt eine ursprünglich auftretende histiologische Differenzirung bei den Cestoden und Trematoden beobachtet hat, da meist die Beobachtungen an selbständig neben einander vorkommenden Entwickelungszuständen gemacht wurden und nicht an einem und demselben Ei oder häufig nicht einmal an einer Brut, eben sowenig ist eine solche bei den Nematoden gesehen worden. Die Formenentwickelung dieser Thiere ist im Allgemeinen sehr einfach, indem die vollendete Körpergestalt, wie es scheint, schon mit den hauptsächlichsten Organen versehen im Innern der Eihülle erreicht wird, was an kleineren Nematoden ausserordentlich leicht zu beobachten ist. Dagegen geht der Furchungsprocess, wie es *Kölliker*[3]) zuerst gesehen hat, nach zwei verschiedenen Typen vor sich, indem er in dem einen Falle total ist, während in dem anderen der Bildungsdotter wie bei den erstbetrachteten Würmern vom Nahrungsdotter umgeben ist, so dass die Furchung auch hier als „Embryonalzellenbildung" im Innern des Eies auftritt. Das Resultat ist in beiden Fällen das gleiche; nach der Furchung umwächst zunächst eine einfache Zellenschicht den Dotter, die sich in die bleibende Haut zu verwandeln scheint. Weder Metamorphose, noch Metagenese kömt hier vor. — An die Nematoden schliessen sich, so viel man weiss, die Gordiaceen in Bezug auf Entwickelung vollständig an.

(Ob die Nematoden auf ihren allerdings wol regelmässigen Wanderungen verirren und zu blasenförmigen Gebilden degeneriren können, wie man es behauptet hat, ist sehr zweifelhaft. Für die Selbständigkeit der Gregarinen, die man für verirrte Nematoden gehalten hat, sprechen alle neueren Untersuchungen.)

An die Trematoden schliessen sich die Turbellarien in ihrer Entwickelungsweise weniger als durch ihre Organisation an. Es wurde oben schon erwähnt, dass die Eier dieser Thiere höchst wahrscheinlich complexe Gebilde sind, bei denen mehrere Keimbläschen mit ihrem entsprechenden Bildungsdotter von einer gemeinschaftlichen Nahrungsdottermasse umschlossen werden, so dass aus dem scheinbar einfachen Eie mehrere Embryonen hervorgehen. Dieselben

3) a. a. O.

Digitized by Google

erhalten eine flimmernde Umhüllungshaut, welche als Haut später persistiert. Die Körpergestalt entsteht einfach durch Verlängerung und Abplattung des jungen, eiförmigen Zustandes. Eine eigenthümliche Metamorphose (die einzige bis jetzt bei den Turbellarien bekannte) hat *Joh. Müller* an einer Meeresplanarie beobachtet [4]). Der Wimperüberzug ist hier, wie bei den Echinodermen, in mehrere locomotive Fortsätze ausgezogen, welche der Larve eine gänzlich abweichende Gestalt geben. Durch das Verschwinden derselben verwandelt sich die Larve in die Form des entwickelten Wurms. Eigenthümlich ist, dass bei manchen Formen das noch geschlechtslose aber sonst entwickelte Thier sich durch Quertheilung vervielfältigen kann. — Über die Entwickelung der Nemertinen hat man noch keine zusammenhängende Beobachtungsreihe; dieselbe scheint nicht überall gleich zu sein, indem sie bei den einen einfach, bei andern mit Metamorphose verläuft.

Endlich ist hier noch der Rotatorien zu gedenken. Die Entwickelung derselben ist besonders durch *Hnr. Nägeli* untersucht worden [5]). Die Furchung ist bei manchen derselben nicht so regelmässig und leicht auf die gewöhnliche Form zurückzuführen (z. B. bei Philodina). Es scheint hier als eile die Theilung der Kerne der Zellenbildung voraus. Bei anderen verläuft sie normal. Haben die Zellen die Grösse der Gewebezellen erhalten, so wird der Dotter allmählich gestreckter, der Form des entwickelten Räderthieres entsprechend; bald ist der Zahnapparat zu bemerken und das Ei verwandelt sich ohne weitere Metamorphose in die vollendete Form.

§. 50.

Würmer. (Anneliden.)

Die Entwickelung der Anneliden auf einen gemeinschaftlichen Plan zurückzuführen, ist nach den neuerdings von verschiedenen Seiten her gemachten Mittheilungen nicht möglich. Es sind vielmehr wenigstens zwei von einander verschiedene Typen vorhanden. Beide stimmen darin überein, dass der Bildung der Umhüllungshaut nicht gleich die Umwandlung des ganzen Dotters folgt, sondern dass ein der Bauchseite des künftigen Thieres entsprechender histiologisch sich zeitig markirender Theil hervortritt, von dem aus die Entwicke-

4) In seinem Arch. 1850. p. 485. Taf. XII. XIII.

5) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Räderthiere. Inaug.-Diss. Zürich 1852, mit 2 Tafeln.

Digitized by Google

lung weiter vorschreitet[1]). Verdeckt wird diese Primitivanlage in der zweiten Form durch die hier stattfindende Metamorphose; sie dürfte jedoch wol, da sie in nah verwandten Würmern sich findet, kaum fehlen. Jedenfalls wäre dieser Unterschied ein morphologisch weit wichtigerer als die Metamorphose. Wie angedeutet zerfallen die Anneliden nach ihrer Entwickelung in solche ohne und solche mit Metamorphose. Bei beiden findet übrigens ausser der geschlechtlichen auch ungeschlechtliche Vermehrung statt, so dass hier ein Beispiel gegeben wird, dass monogene Zeugung und Metamorphose, ebenso wie es die erstere und Metagenese thaten, ganz unabhängig neben einander verlaufen. (Hierher z. B. Nais unter den Lumbricinen, Filograna unter den Capitibranchiern, Syllis unter den Dorsobranchiern nach Beobachtungen von *O. Fr. Müller*, *Sars* u. a.)

Zu den Formen, welche sich ohne Metamorphose entwickeln, gehören zunächst die Lumbricinen. Fehlen auch hier noch Beobachtungen über die ersten Vorgänge im Eie, so weiss man doch, dass die Embryonen die Gestalt und Gliederung der entwickelten Thiere besitzen, noch ehe sie die Eihülle verlassen. Die weitere Veränderung beschränkt sich nach der Geburt nur auf die Vermehrung der Segmente und die Entwickelung der Geschlechtsorgane, welche den Jungen, sowie auch der Gürtel, fehlen. Gewissermassen noch einfacher ist die Entwickelung der Hirudineen, insofern hier das Thier seine völlige Gestalt, auch in Bezug auf die Zahl seiner Glieder, innerhalb der Eihülle erhält. Nur die Genitalien entwickeln sich später und bei manchen Formen Augen und Saugnäpfe, wodurch jedoch eben sowenig als bei den Lumbricinen eine Metamorphose gegeben ist. Die Furchung ist hier total, jedoch nicht im ganzen Eie nach demselben Rhythmus vorschreitend, indem sich die centralen Zellen schneller theilen als die peripherischen[2]). An der Peripherie treten nun zunächst zwei Wülste auf, welche, den Dotter ursprünglich bogenförmig umgebend, allmählich näher rücken und sich zuletzt aneinanderlegen. Dieselben gehören der Bauchseite des künftigen Thieres an und enthalten die Anlage zu den auf dieser Seite gelegenen Systemen, namentlich für das Nervensystem, dessen rein zellige Zusammensetzung schon *Grube*, genauer noch *E. H. Weber* (nach neueren, mir freund-

1) Vergl. besonders *Kölliker* im Nachwort zu *Koch's* Einige Worte zur Entwickelungsgeschichte der Eunice. Neuenburg 1846. (8. Bd. d. N. Schweiz. Denkschrift.)

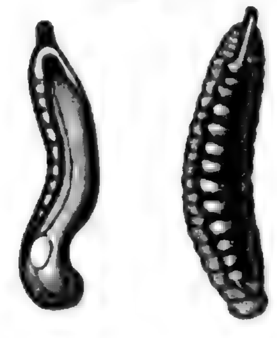
2) Vergl. über die Hirudineenentwickelung *E. H. Weber* in Meckel's Arch. 1828. p. 366. Taf. X. u. XI., dann besonders *Grube*, Untersuchungen über die Entwickelung der Clepsine. Dorpat 1844.

lichst mündlich mitgetheilten Beobachtungen) erkannt hat. Die übrige Dottermasse wird zur Bildung des Darmes und des sehr zeitig auf-

Fig. 47.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Fig. 48.

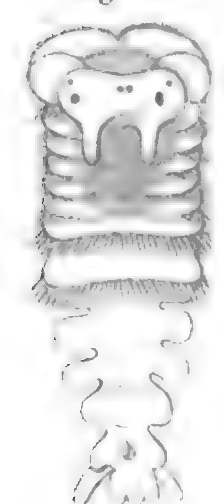


tretenden Schlundes benutzt; die Leibeswandungen, welchen übrigens auch hier eine einzellige das Ei überziehende flimmernde Schicht vorausgeht, werden durch Umwachsen des Primitivtheils gebildet. Der Embryo nimt bald die gestreckte Form des Wurmes an, an dem nun auch Gliederung auftritt. In manchen Formen geht der Geburt noch die Bildung des vorderen Saugnapfes voraus an einer Stelle des Eies, welche sich mit dem Schlunde in Verbindung setzt (Hirudo). In anderen (s. die Clepsine) wird der Wurm ohne denselben, nur mit dem muskulösen Schlunde versehen, geboren.

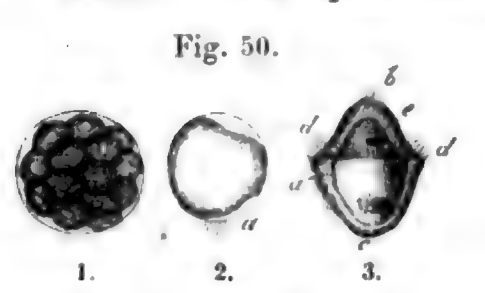
Der zweiten Entwickelungsform mit Metamorphose gehören die meisten Kiemenwürmer an. Der hier totale Furchungsprocess ist entweder gleichmässig oder wie bei den Hirudineen in verschiedenen Rhythmen vorschreitend. Die erste Embryonalbildung ist auch hier eine flimmernde Umhüllungshaut. Dieselbe verliert jedoch sehr bald ihre Flimmern bis auf einen das Vorder- vom Hinterleibsende trennenden Wimpergürtel. Bei der grossen Ähnlichkeit, die gewisse Anneliden- mit einigen Echinodermenlarven besitzen, ist der Umstand von Wichtigkeit, dass dieser Wimperkreis ursprünglich als Kreis transversal auftritt, während die Wimperreifen der Holothurienpuppen, wie wir sahen, durch allmähliche Umbildung der bilateralen Wimperschnur entstanden. Die Morphologie der Larven scheint nun auf zwei verschiedene Typen zu führen. Bei dem einen bilden sich neben dem hier länger persistirenden Flimmerüberzug an dem gestreckten Körper mehr nach dem Hinterleibsende zu ein oder zwei Wimperkränze. Die Mundöffnung liegt am vorderen Körperende, also weit

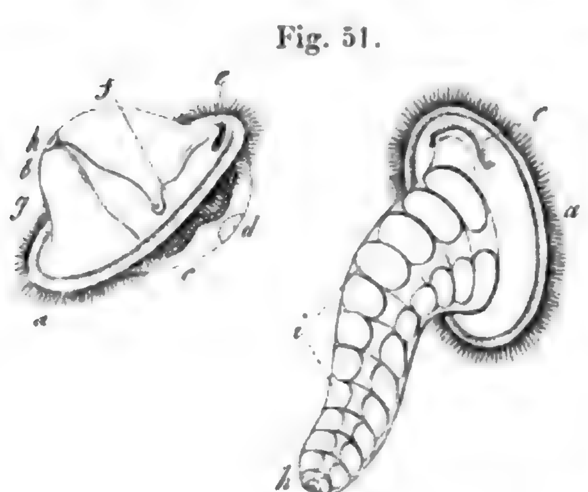
Fig. 47. 48. Entwickelung der Clepsine nach *Grube*. 1 — 4 Bildung und allmähliche Vereinigung der Bauchwülste; 5 der übrige Dotter zieht sich zusammen und vereinigt sich mit dem Bauchwulst zur Bildung des wurmförmigen Embryo 6.

Fig. 48. Jüngst geborene Clepsinen von der Seite und von dem Rücken, noch ohne Saugnäpfe.



vor dem vorderen Kranze. Die erst beobachtete Form dieser Art nannte *J. Müller* Mesotrocha. (*Busch*[3]) nennt daher diese Weise den Mesotrochentypus.) Der Kopf trug eine breite Ober- und eine gespaltene Unterlippe. Hinter den Wimperkränzen, die als Räderorgan wirkten, begann der Körper in Segmente getheilt zu werden. Vor denselben waren jedoch schon Borsten vorhanden, welche zur Locomotion benutzt wurden. Die häufigere Larvenform ist die, welche *Lovén* und *Sars* zuerst beobachteten, welche dann *Milne Edwards* in ihren Veränderungen genau verfolgte und für welche später durch *Joh.* und *M. Müller, Busch* u. a. zahlreiche Fälle bekannt wurden. Das sich total furchende Ei wird vor seiner Geburt von einem Flimmerüberzug bedeckt, welcher jedoch bald bis auf einen das Ei in der Mitte quer umgebenden Wimpergürtel schwindet. In der weitern Entwickelung unterscheidet sich diese Form von der ersten dadurch, dass der Mund hinter dem Wimperkranze auf der Bauchfläche, die Augen auf der Rückseite vor demselben entstehen. Hinter dem Wimpergürtel tritt ferner die Bildung der Segmente auf, welche von dem auf der Bauchseite gelegenen Primitivtheile aus bald die ganze Larve umwachsen und an denen nun auch Borstenbüschel auftreten, mit deren Erscheinen der Wimpergürtel schwindet[4]). Die





3) a. a. O. p. 59.

4) Vergl. die Entwickelung von Terebella, *Milne Edwards*, Ann. d. sc. nat. 3. Sér. T. III. Taf. 5. 6. 7.

Fig. 49. *Mesotrocha sexoculata J. Müll.*

Fig. 50. Larvenbildung von *Polynoe cirrata*. 1. Ei auf einer der spätern Furchungsstufen; 2. der Embryo streckt sich etwas und ist von einem (hier nicht angedeuteten) Flimmerkleide überzogen, *a* Rest der die Eier verbindenden Schleimschnur; 3. erste Larvenform, *a* Mund, *b* vorderes, *c* hinteres Körperende, *d* Wimperkranz, *e* Augenfleck.

Fig. 51. Larve einer Nereis nach *Lovén*; *a* Wimperkreis, *d* Kopf, *e* Mund, *g* spätere Darmhöle, *h* Stelle des künftigen Afters, *i* Segmente.

Digitized by Google

Fig. 52.

Fig. 53.

sessilen Röhrenwürmer scheiden dann eine Hülle um ihren Körper aus, die allmählich erstarrt. Am Kopfende wachsen die Tentakeln, Cirren etc. hervor, die ganze weitere Veränderung beschränkt sich auf Nachwachsen der noch fehlenden Theile und auf weitere Differenzirung des Darm- und Gefässsystems. Dass auch bei diesen Formen die Entwickelung von einem Primitivtheil aus erfolgt, beweisen die Würmer, deren Entwickelung sehr weit vorschreitet, ehe sie die Eihülle verlassen oder die in besondern Bruträumen am mütterlichen Körper sich entwickeln, wo dann keine Larvenorgane gebildet werden. Hier hat *Kölliker*[5]) die Bildung eines Primitivtheils beobachtet, welcher, wie bei den Hirudineen, der Bauchseite des Wurms entspricht. Der Mund entsteht, wie bei der zweiten Larvenform, an der Bauchseite, welche mit den Anlagen der Segmente den Rücken überwächst. Die Zahl der letzteren ist anfangs gering. Sie vermehren sich so, dass zwischen Kopf und Schwanz neue Glieder auftreten.

§. 51.

Arthropoden.

Wie bereits bemerkt, ist der Typus der Arthropoden einer der festesten und am leichtesten nachzuweisenden unter den wirbellosen Thieren. Dieser Stetigkeit entsprechend ist auch die Entwickelung der verschiedenen Abtheilungen derselben sehr übereinstimmend, weicht erst ziemlich spät nach den einzelnen Modificationen hin aus. An die früher geschilderte Bildung der Eier erinnernd, wird es ersichtlich, dass dieselben sich nicht total, sondern nur an der den Bildungsdotter enthaltenden Stelle durch den Furchungsprocess zur

5) a. a. O.

Fig. 52. Embryo von *Cystonereis Edwardsii Köll.*; *a* Kopfende des Primitivtheils, *b* Augen, *c* mittlere, *d* Schwanzglieder, *e* Dotter, *h* Säckchen, das den Embryo umschliesst, *i* Stiel desselben.

Fig. 53. Embryo von *Exogone cirrata Köll.*; *a b* Fühler, *c* Auge, *d* Pigmentfleck, *e* Stelle des künftigen Mundes an der flimmernden Bauchfläche, *f* Dotterrest, *g* Anlage des Darms (oder Nervenstrangs?), *h* Endcirren, *i* Andeutung der Segmente, *k* Dotter.

Digitized by Google

Zellenbildung anschicken werden. Wie überall, so stellt auch hier das unangreifbare Chitin der näheren Untersuchung bedeutende Schwierigkeiten in den Weg. Es sind daher die frühesten Stadien der befruchteten Arthropodeneier nur bruchstückweise bekannt. Doch geht aus den Untersuchungen hervor, dass die Furchung, sich im Allgemeinen an die gewöhnliche Form anschliessend, in manchen Fällen vielleicht dadurch abweicht, dass, wie wir schon in anderen Fällen gesehen haben, die Theilung der Kerne der Theilung des Dotters vorauseilt. Das Resultat ist aber hier das gleiche, indem sich an der Stelle des Dotters endlich Embryonalzellen einfinden, welche, zunächst sich in einfacher Schicht über das Ei ausbreitend, die Umhüllungshaut bilden. Die Bildung derselben wird hier zuweilen dadurch leicht zu erweisen, dass die Zellen derselben (wie wir es beim Frosche sehen werden) in der Farbe von den übrigen Dotterbestandtheilen abweichen. Eine totale Furchung des Eies ist bis jetzt nur bei den Tardigraden von *Kaufmann* und bei Artemia von *Leydig* gesehen worden[1]), und zwar ohne irgend welche auffallende Modification. Es wurde schon erwähnt, dass die Angabe, die Eier von *Cancer Maenas* erleiden eine totale Furchung, sehr zweifelhaft sein musste, da die angeführten Erscheinungen an Eiern wahrgenommen wurden, welche schon mehrere Embryonalgebilde als solche erkennbar enthielten, welche also histiologisch weiter differenziert waren, als dass man nach an Furchungserscheinungen denken könte. — Nach der Bildung der Umhüllungshaut, welche man hier häufig Keimscheibe nennt, da an ihrer inneren Fläche eine Schicht Zellen auftritt, rückt letztere bald zur Bildung des Keims zusammen. Hierdurch erst entsteht die erste Anlage des Embryo in der Form eines der Bauchseite des Thieres entsprechenden Wulstes, des Primitivstreifens. Derselbe enthält die Elemente zur Bildung des Bauchstrangs des Nervensystems, der Bauchmuskeln und der Haut, von denen sich auch hier die ersteren ziemlich früh histiologisch differenziert erkennen lassen. An den Rändern des Primitivstreifens entstehen allmählich die Andeutungen der Segmente, welche zunächst als kleine Erhöhungen zu Seiten des Primitivstreifens oder als durch Furchen getrennte seitliche Fortsätze desselben an der Seite des Dotters emporwachsen, aber überall (wenigstens in den höheren Abtheilungen) gleich in der dem entwickelten Arthropod zukommenden Zahl auftreten. Sie schliessen endlich den Dotter auf der Rücken-

1) Auch bei Pycnogonum nach *Kölliker* (Müll. Arch. 1843. p. 136) und vielleicht bei Pinnotheres; s. *Agassiz, Lectures etc. p.* 67. *plate XXII.*

Digitized by Google

fläche ganz ein. Gleichzeitig sind an der Bauchseite, den Segmenten entsprechend, deren Anhänge erst in Form einfacher solider zelliger Fortsätze erschienen, welche dann allmählich ihre Gliederung und histiologische Differenzirung erhalten; die der vorderen Segmente nehmen schon bald die ihnen eigenen Formen an, ebenso wie sich der Kopf des jungen Arthropoden schon sehr früh durch den Besitz der Sinnesorgane, und zwar vorzüglich der Augen, auszeichnet. Während diese Veränderungen in den peripherischen Schichten der Embryonalanlagen vor sich gegangen sind, bilden die den Dotterrest umgebenden Zellen die Darmwand, gleichfalls erst als Streifen, welcher den Dotter umwächst. Häufig bleibt ein Theil des Dotters als Fettkörper ausserhalb des Darms, welcher nur einen Theil desselben abschnürt, in der Leibeshöle liegen, während andere Elemente durch Ausstülpungen der Darmwand zur Bildung der Leber, wo eine solche als gesondertes Organ vorhanden ist, benutzt werden. Aus den Zellen des Embryonalkörpers nehmen dann auch die noch übrigen Organe ihren Ursprung, und zwar, wie es scheint, nach einem bei den Wirbelthieren sehr auffälligen Princip, direct an der Stelle, wo sie im entwickelten Körper zu liegen haben. Das letzte Moment ist die Anlage der Genitalorgane, welche, ursprünglich ganz gleichmässig angelegt, erst während des freien Entwickelungslebens ihre specifische Ausbildung erlangen.

Viele Arthropoden erleiden während ihrer späteren Entwickelung eine Metamorphose, deren Bestimmung nach den vorhin aufgestellten Grundsätzen zu reguliren ist. Sie wird bei den einzelnen Abtheilungen besprochen werden.

§. 52.

Crustaceen.

Wie sich die erwachsenen Crustaceen durch die vegetativ gleichmässigere Entwickelung ihrer Segmente enger als die übrigen Arthropoden an die Würmer anschliessen, so erinnert auch ihre Entwickelung aus dem Eie insofern noch an die jener Thiere, als hier mit wenig Ausnahmen die jungen Thiere besonders dadurch von den entwickelten Formen sich unterscheiden, dass sie die Zahl der letztere zusammensetzenden Segmente noch nicht vollständig besitzen, sondern dieselben erst nach den mit der Häutung verbundenen weiteren Verwandlungen erhalten. Solche junge Thiere haben daher häufig nur zwei, drei Fusspaare, einen gedrungenen Leib. Hierdurch allein ist aber noch keine eigentliche Metamorphose gegeben, die Entwickelung ist hier eher mit einer embryonalen zu vergleichen, welche über

die Geburt verlängert ist. Sehr häufig tritt jedoch eine wahre Metamorphose auf durch die Entwickelung provisorischer Theile, welche, um das Junge in die seinem entwickelten Zustande eigene Form überführen zu können, abgeworfen werden müssen. Insofern nun jede solche Veränderung, welche das junge Thier der Geschlechtsreife näher bringt und dadurch seiner Functionsfähigkeit in der Art, eine vorschreitende zu nennen ist, so werden doch bei manchen Crustaceen Erscheinungen beobachtet, welche man nicht ohne allen Schein der Wahrheit auf eine rückschreitende Metamorphose bezogen hat. In manchen parasitischen oder festsitzenden Gruppen dieser Thiere sind im entwickelten Zustande weder Augen noch locomotive Gliedmaassen vorhanden, welche sich dagegen auf früheren Entwickelungsstufen finden. Obschon nun auch in diesen Fällen die völlig entwickelten trotz des Verlustes jener Organe histiologisch wie organologisch weiter differenziert sind als die Larven, so schliessen sich doch die letzteren dem Typus der Crustaceen enger an und entfernen sich erst durch ihre Metamorphose von demselben; dies gibt die Veranlassung, diese Verwandlung eine rückschreitende zu nennen. Es ist dieselbe aber eine echte Metamorphose, indem jene Gebilde am entwickelten Thiere, wenn auch zum Classentypus gehörig, nicht vorhanden sind, also in diesem Falle unter den Begriff provisorischer Einrichtungen fallen.

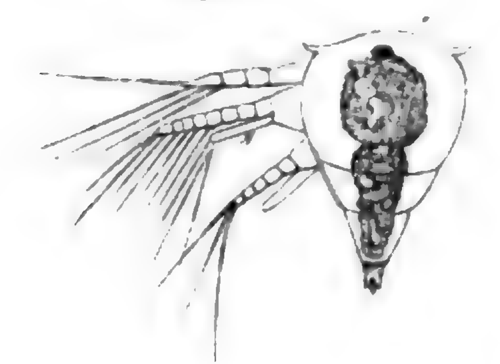
Die Entwickelung der einzelnen Ordnungen der Crustaceen, die alle eierlegend sind, weicht ziemlich auffallend unter einander ab, und zwar wird diese Verschiedenheit durch zwei Factoren bedingt, die Form und Stellung des entwickelten Thieres und den Moment der Geburt. Thiere, welche den Crustaceentypus am reinsten ausgesprochen besitzen, welche an ihrem Körper eine noch vollständigere Gleichheit der Segmente und deren Anhänge erkennen lassen, wie z. B. die Myriapoden und die ihnen so verwandten Isopoden, wie die Amphipoden u. s. w., werden sich ohne auffallende Metamorphose entwickeln können, was sie auch thun. Die Veränderungen nach der Geburt bestehen hier nur in einem Nachwachsen der noch fehlenden Segmente oder in dem Verschwinden einzelner, auf die Locomotion der Larven bezüglicher Einrichtungen, welche jedoch hier keine Umgestaltung des ganzen Körpers zur Folge haben, da die Gestalt des entwickelten Thieres im Wesentlichen schon gegeben ist. Es erleiden daher viele dieser Formen gar keine Metamorphose. Bei den meisten Entomostraken wird die Verwandlung schon grössere Umgestaltungen mit sich bringen. Die meist mit wenig Fusspaaren geborenen Jungen charakterisieren sich dadurch als Larven, dass sie

Digitized by Google

einige derselben oder nur das vorderste zu provisorischen Locomotionsorganen entwickelt haben. Ausserdem fehlt denselben auch noch die Gliederung und Gestalt, die ihnen später zukömt. Die weiteren Veränderungen gehen aber nicht durch allmähliches Nachwachsen und Umbildung von statten; es wird hier insofern eine wahre Metamorphose angenommen werden müssen, als die hier häufigste monoculusartige Form im Verlaufe der wiederholten Häutungen scheinbar ohne Verbindung in die entwickelte übergeht, wobei die provisorisch vorhandenen Theile verloren gehen und neue dazu gebildet werden. Es ist nun gerade diese Abtheilung, bei welcher man eine rückschreitende Metamorphose beobachtet. Die parasitischen Lernäen und andere Siphonostomen sind ursprünglich gegliederte, mit Augen und Gliederanhängen versehene Geschöpfe, in beiden Geschlechtern gleich. Bei der Metamorphose gehen nicht bloss die Augen und die Locomotionsanhänge verloren, sondern zuweilen sogar die Andeutungen der Segmente selbst, so dass die entwickelten Thiere einfache Schläuche mit kurzen hakenartigen Füssen oder selbst ohne diese darstellen. Fast noch überraschender ist die Metamorphose der Cirripedien. Die Jungen dieser festsitzenden Thiere verlassen als monoculusartige Larven die Eihüllen. Sie haben einen ungegliederten Leib mit wenigen Fusspaaren und einem Auge auf der Stirn. Nach einiger Zeit verwandeln sie sich in eine mit zwei Schalen versehene, den Cypris und anderen Copepoden ähnliche Form; hierbei erleidet schon das vordere Fuss- oder Antennenpaar eine rückgehende Verwandlung, indem es in der Mitte verschmilzt; das Auge geht gleichfalls verloren und zuletzt setzt sich das Thier mit dem zum Stiel verwandelten Vorderende fest, wobei die hinteren Segmente verkümmern, die Segmentanhänge zu Rankenfüssen, die Schalen zu dem eigenthümlichen kalkigen Gehäuse sich verwandeln [1]) (s. Fig. 55).

Fig. 54 a.

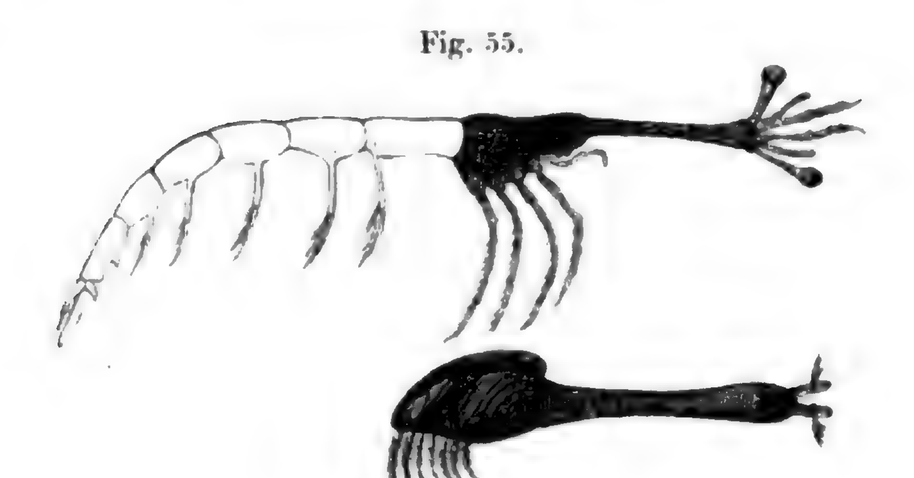
Fig. 54 b.



1) s. ausser den früheren Arbeiten von *V. Thomson*, *Burmeister* und *Goodsir* den Aufsatz von *C. Spence Bate* in *Ann. of nat. Hist.* 2 *Ser. Vol. VIII. p.* 324.

Fig. 54. Entwickelung von *Balanus balanoides;* a. Embryonalzustand, b. monoculusartige Larve (nur eine Seite ist ausgezeichnet). — Nach *Harry Goodsir.*

Fig. 55.



Unter den noch übrigen Malakostraken erleiden nur manche Decapoden eine Metamorphose. Die Jungen der Poecilopoden, Laemodipoden und Stomapoden unterscheiden sich von den entwickelten Formen nur durch eine geringere Zahl der Segmente und ihrer Anhänge, welche bei den einzelnen Häutungen allmählich nachwachsen. Eigenthümlich gestalten sich dagegen die das Ei verlassenden Jungen der Brachyuren und einiger Macruren. Während ihre erste Entwickelung sich an die oben gegebene Beschreibung anschliesst, entwickeln sie bei der ersten Häutung sonderbare Stacheln am Rücken und an der Stirn. Diese grossäugigen Larven wurden lange als besondere Gattungen aufgeführt, bis *Vaughan Thomson* ihre weiteren Veränderungen und ihre Abkunft nachwies. Ausser diesen Verschiedenheiten kommen noch untergeordnetere in einzelnen Gruppen der Decapoden vor, wobei oft unmittelbar neben einander zu stellende Gattungen andere Entwickelungsvorgänge erkennen lassen. So entwickelt sich der Fluss-

Fig. 56 a.

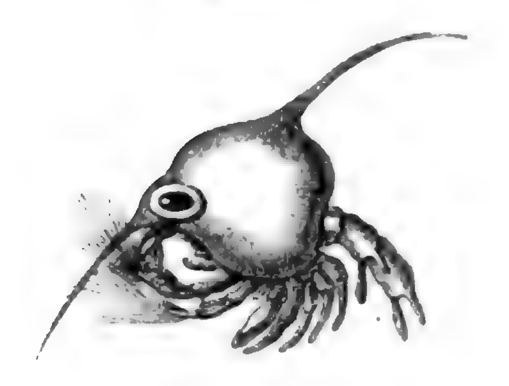
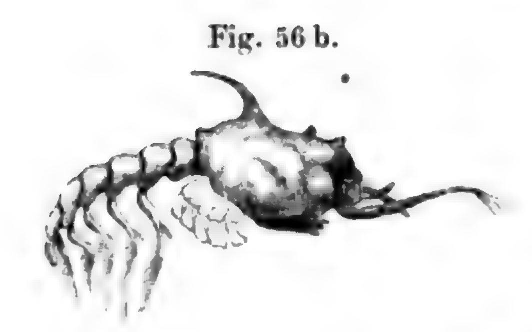


Fig. 55. Die obere Figur ist ein Stomatopod (Leucifer), die untere ein Lepas, um die homologen Theile zu zeigen. Der zum Stiel verwandelte Vordertheil des Körpers ist dargestellt, als wenn er sich fortentwickelt hätte, mit Auge und Antenen, welche er im Larvenstadium trug; s. *Darwin*, *A Monograph on the Subclass Cirripedia. Lepadidae. London* 1851. *p.* 28.

Fig. 56 a. b. Larvenzustände von *Hyas araneus;* a. mit mächtigem Rücken- und Stirnstachel (früher die Gattung Zoëa), b. dieselbe nach mehreren Häutungen (Gattung Megalops), der Stirnstachel ist verschwunden. — Nach *Rathke*.

Digitized by Google

Fig. 56 b.



krebs[2]) schon im Eie zu der ihm eigenen Gestalt, gleich ursprünglich mit der vollständigen Zahl der Segmente angelegt, so dass er keine Metamorphose zu durchlaufen, während der Hummer, den erst *Milne Edwards* von der Gattung Astacus trennte, nach den Untersuchungen von *Erdl*[3]) geboren wird, ehe die Segmentanhänge vollständig vorhanden sind; es treten daher an den vorderen Fusspaaren provisorische locomotive Apparate auf, welche während der weiteren Entwickelung verschwinden.

§. 53.

Arachniden.

Die Arachniden, von denen früher mehrere Formen wegen der Art und Weise ihrer Eibildung unser Interesse beanspruchten, haben im Allgemeinen in ihren Eiern Bildungs- und Nahrungsdotter, weshalb denn die Furchung bei ihnen partiell ist. Die Acarinen stimmen in dieser Hinsicht mit den übrigen Arachniden überein, indem hier bei den Hydrachneen und Oribateen *v. Siebold*[1]), bei Atax ypsilophora *Van Beneden*[2]) einen den übrigen ganz gleichen ursprünglichen Entwickelungsgang beobachteten. Nur die Tardigraden machen hiervon eine Ausnahme, indem diese, wie *v. Siebold* an Macrobiotus Hufelandi, *Kaufmann* an anderen Formen sahen, der Dotter sich total furcht[3]). Die meisten Arachniden sind eierlegend, indem nur die Scorpione und Oribateen lebendige Junge gebären. Die Entwickelung selbst geschieht hier nach dem Arthropodentypus in der Weise, dass sich zuerst eine aus Zellen bestehende Umhüllungshaut (äussere Schicht des serösen Blattes) bildet. Dieselbe zeichnet sich zuweilen (so bei Epeira)[4]) durch eine hellere Fär-

2) s. die classische Monographie von *Rathke*: Untersuchung über die Bildung und Entwickelung des Flusskrebses, Leipz. 1829; vergl. auch seine übrigen Arbeiten: in den Schriften der Danziger Gesellschaft; Zur Morphologie; Abhandlungen zur Entwickelungsgeschichte.

3) Entwickelung des Hummereies. München 1843.

1) Lehrb. p. 552.

2) *Nouv. Mém. de l'Acad. de Brux. T.* 24.

3) Die Eier von Pentastomum scheinen sich auch total zu furchen; ihre Entwickelung stimmt sehr mit der der Tardigraden überein, s. *Van Beneden*, a. a. O. T. 23.

4) s. *Herold*, von der Erzeugung der Spinnen im Ei. Taf. I.

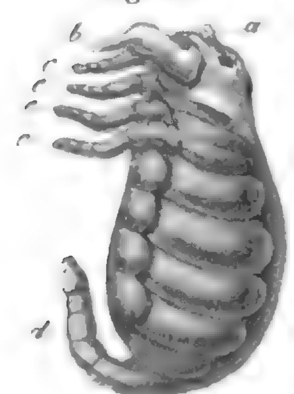
Digitized by Google

bung aus. Es bildet sich dann zunächst ein länglicher Primitivstreif, an dem sehr bald schon die Andeutung der Segmente und deren Anhänge sichtbar werden. In der Regel entstehen dieselben gleich in der vollständigen Zahl, so bei den Araneen und Scorpionen. Der Primitivstreif entspricht auch hier der Bauchseite des künftigen Thieres;

Fig. 57.

1. 2. 3. 4.

er umwächst allmählich den Dotter. Letzterer wird zum Theil von einer besonderen, an seiner Oberfläche entstehenden Schicht zur Bildung des Darmcanals eingeschlossen, während er anderntheils in die Bildung der anderen Organe, Leber, Respirationsorgane, Geschlechtssystem eingeht. Das Postabdomen der Scorpione erscheint anfangs gegen das Abdomen zurückgeschlagen, wie bei den decapoden Krebsen. Alle Organe treten, mit Ausnahme der den Dotter allmählich umwachsenden äusseren primitiven Schicht, an der ihnen im entwickelten Thiere zukommenden Stelle auf, so das Herz am Rücken ursprünglich als eine solide Zellenanlage. Auch hier lässt sich das Nervensystem sehr früh histiologisch gesondert nachweisen[5]).



Nur die Milben verlassen die Eihüllen in einer von der späteren abweichenden Form, welche früher zu besonderen Gattungen erhoben waren. Eine eigentliche Metamorphose findet bei ihnen jedoch nicht statt. Die Veränderungen beschränken sich nur auf das Nachwachsen der noch fehlenden Theile. Eine wirkliche Metamorphose erleidet dagegen, wie schon *v. Siebold* bemerkt, nur die Gattung Hydrachna, indem hier, fast wie bei manchen Brachiuren, ein

5) s. *Rathke*, Vom Scorpion. Zur Morphologie, Reisebemerkungen aus Taurien. Taf. I. Fig. 9. 10. 11.

Fig. 57. Entwickelung der *Epeira diadema;* 1. Ei mit Primitivtheil; 2. Ei von der Bauchseite; die Fusspaare sind angelegt, das vordere Ende des Primitivstreifens ist noch ungetheilt, am Hinterleibe treten Furchen auf; 3. die Mandibeln und das erste Maxillenpaar sind angelegt; 4. zum Auskriechen reifer Embryo. — Nach *Herold.*

Fig. 58. Embryo des Scorpions; *a* Mandibeln, *b* Taster der Maxillen, *c* Füsse, *d* Postabdomen; alle Theile etwas vom Körper abgezogen. — Nach *Rathke.*

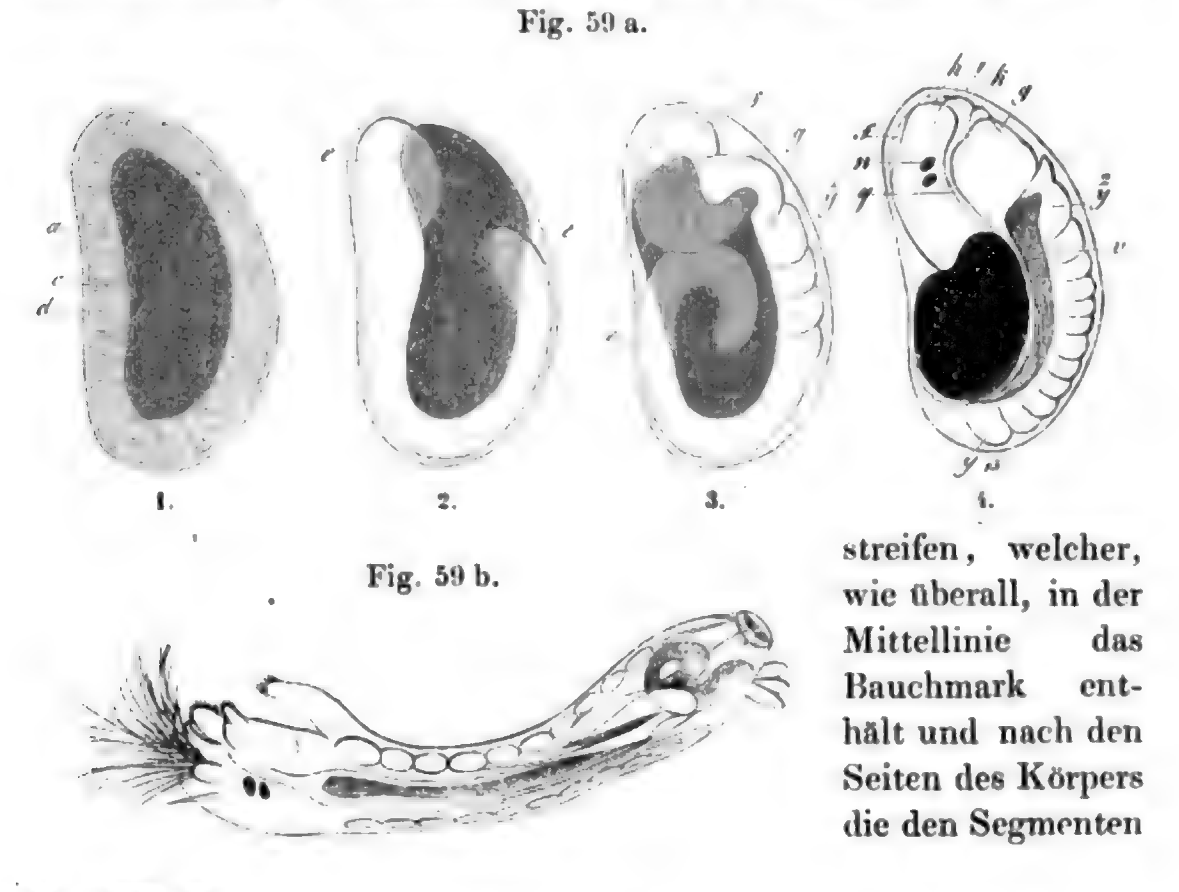
Digitized by Google

schlanker Schnabel am Kopfe auftritt, welcher nach den darauf folgenden Häutungen nicht mehr zu sehen ist.

§. 54.

Insecten.

Die Eier sämtlicher Insecten, deren Keimbläschen unabhängig vom Befruchtungsacte schon vor demselben zu verschwinden scheint, furchen sich nur an einer beschränkten Stelle ihrer Oberfläche, da wo der Bildungsdotter liegt[1]). Aus dem durch die Furchung gebildeten Zellenhaufen entsteht eine ovale Keimscheibe, welche allmählich den ganzen Dotter umwächst (Umhüllungshaut). An der Bauchseite des künftigen Thieres bildet sich dann der eigentliche Primitiv-



streifen, welcher, wie überall, in der Mittellinie das Bauchmark enthält und nach den Seiten des Körpers die den Segmenten

1) Es ist hiernach nicht wol einzusehen, wie *Leuckart* (vergl. Anat. u. Phys. p. 669) die Äusserung thun konte, dass kein Thier mit partieller Furchung eine Metamorphose durchlaufe!

Fig. 59. Entwickelung der *Simulia canescens Bremi*: 1. *a* Chorion, *c* Dotter, *d* Umhüllungshaut (mit den Elementen des Primitivstreifens); 2. der Primitivstreifen *e* hat sich gebildet; 3. an demselben sind Ober- und Unterlippe (*f g*) und die ersten Glieder des Körpers (*y*) aufgetreten; 4. zwischen Labium und Labrum sind die Mandibeln und Maxillen mit ihren Palpen und den Antennen sichtbar (*h i k*), die Segmente des Körpers sind sämtlich angelegt; auch ist der Oesophagus *q* gebildet, *v* abgeschnürter Dottertheil, *b* fertige Larve. — Nach *Kölliker*, *Observ. de prima Insectorum genesi*.

Digitized by Google

entsprechenden Fortsätze in die Höhe sendet. Nach und nach wachsen an den unteren Seitenflächen die Anhänge der, überall in vollständiger Zahl auftretenden Segmente hervor, zuweilen an Segmenten, welche später keine solchen besitzen. Den Rest des Dotters umwächst allmählich die in Streifenform auftretende Darmwand, diejenigen Dotterpartien übrig lassend, welche sich zum Herzen, den Respirations- und Genitalorganen umbilden. Meist bleiben auch einzelne Dottertheile unbenutzt im Leibe der Larve liegen. Der im Darme eingeschlossene Nahrungsdotter wird hierbei allmählich zum Aufbau der übrigen Organe verbraucht. Wol in allen Fällen verlassen die jungen Insecten das Ei in einer vom entwickelten Thiere abweichenden Gestalt. Der Sprachgebrauch geht jedoch nach meiner Ansicht entschieden zu weit, wenn er der wirklichen Metamorphose ein so weites Feld einräumt. Schon der jetzt allgemein angenommene Ausdruck der Hemimetabolie ist nur gewissermaassen geduldet; denn sicherlich wird es wol keinem Entomologen Ernst damit sein, den scharf morphologisch bestimmbaren Begriff der Metamorphose auf Erscheinungen auszudehnen, welche nur die Hälfte der für jene charakteristischen Vorgänge zeigen. Stellt es sich nun gar heraus, dass die übrigbleibende Hälfte gerade den Theil der mit Metamorphose verbundenen Vorgänge enthält, welche ihr nicht charakteristisch angehören, welche man in anderen Fällen keineswegs mit dem Namen der Metamorphose zu belegen weder gewöhnt noch veranlasst ist, so wird es auch praktisch bedenklich, jenen logisch unhaltbaren Begrif einer halben Metamorphose noch länger aufrecht halten zu wollen. Ich habe schon oben angedeutet, und es fanden sich auch bei anderen Arthropoden Beispiele hierfür, dass man diejenige Entwickelungsveränderung, welche nur in dem Nachwachsen der noch nicht vorhandenen Theile besteht, nicht Metamorphose nennen darf, wenn man nicht diesen Begrif durch eine allzuweite Ausdehnung ganz unbenutzbar machen will. Aus dem eben Mitgetheilten erhellt übrigens, dass dies Nachwachsen bei den Insecten nicht etwa Segmente des Körpers trift, so dass man die Jungen deshalb vielleicht Larven nennen könte, weil mit der geringen Zahl der Segmente eine eigenthümliche, dann natürliche provisorische Ausbildung anderer Theile verbunden wäre (wie es wol bei manchen Crustaceen erlaubt sein mag); es betrift dies vielmehr nur Anhangsgebilde, welche nach und nach im Verlaufe mehrerer Häutungen zum Vorschein kommen. Nach der Art der allmählichen Verwandlung theilt man bekanntlich die Insecten ein, die Hauptordnungen Ametabola, Hemimetabola und Holometabola aufstellend. Ohne hier darauf einzugehen,

Digitized by Google

dass diese Eintheilungsart wie jede andere sogen. künstliche (denn das ist sie mit ihrem von einem einzigen Merkmale hergenommenen Eintheilungsgrunde) zu grossen Inconsequenzen führt, so lässt sich einmal, wie erwähnt, mit dem Ausdrucke der Hemimetabolie nur durch eine gekünstelte Definition des Wortes ein etwa stichhaltiger Begriff verbinden; dann gibt sie aber auch thatsächlich ein falsches Bild von der durchgreifenden Gleichartigkeit der Verwandlung in einzelnen Gruppen. Es gibt holometabolische Larven, d. h. Larven von sogen. holometabolischen Insecten, welche sich vom Imago nur durch den Mangel der Flügel unterscheiden, wie es unter den hemimetabolischen Insecten echte Larvenentwickelung gibt. Am schärfsten sind die Ametabola charakterisiert; die dem vollkommenen Insect im Wesentlichen gleichen (flügellosen) Jungen erhalten die Grösse und geschlechtliche Differenzirung nach einigen Häutungen, bei denen das mit einer neuen weichen Haut umgebene Insect die abgestorbene alte meist am Nacken platzt und sich durch diese Öffnung herauswindet. Die Hemimetabola (Hemiptern und Orthopteren inclus. der Libelluliden, Perliden u. s. w. [Dictyoptera]) sind, streng genommen, ametabolische Insecten. Die das Ei verlassenden Jungen haben im Wesentlichen ganz gleiche Gestalt mit den vollkommenen Insecten, nur fehlen ihnen die Flügel; andere Unterschiede sind wenigstens durchaus nicht bedeutender als bei den ametabolischen. Keinesfalls treten provisorische Organe auf, oder nur in einzelnen Fällen, wodurch diese aber wirklich metabolisch werwerden. Die Mehrzahl der holometabolischen Insecten erleidet allerdings eine echte Metamorphose, obschon auch zahlreiche ametabolische in unserem Sinne darunter vorkommen. Hier treten meist in den Anhängen provisorische Einrichtungen auf, Segmente, welche später keine Anhänge tragen, besitzen borstenförmige Fussstummel u. a. Diesem entsprechend sind auch die Larven ohne Weiteres als solche zu erkennen; hier durchlaufen dieselben vor der letzten Häutung ein Stadium der Ruhe, wo sie in eine starre, nur zuweilen wenig bewegliche Hülle eingeschlossen, sich in das vollkommene Insect, Imago, verwandeln. Diese Puppenhülle bereiten sich entweder die Larven durch Einspinnen u. dergl., oder sie benutzen ihre starre Haut direct als Hülle. In diesem Zustande fressen sie nicht, sondern ruhen, während die Larven der hemimetabolischen Insecten vor ihrer letzten Häutung sogen. fressende Puppen darstellen. — Streng genommen gibt es daher nur ametabolische und metabolische Insecten; doch ist allerdings zuzugeben, dass sich die unter dem Namen der hemimetabolischen umfassten Formen durch andere

Digitized by Google

wesentliche Verhältnisse als so verwandt darstellen, dass man sie vereinigen muss. Nur darf nicht in der gebräuchlichen Weise auf ihre Entwickelungsart Rücksicht genommen werden (s. §. 67 *c*).

§. 55.

Mollusken.

Wie sich schon früher bei der Übersicht der Gesammtform der Mollusken eine unverkennbare Übereinstimmung der verschiedenen Abtheilungen dieser so formenreichen Classe herausstellte, so bestätigt auch die Entwickelungsgeschichte jenes auf anderem Wege erlangte Resultat. Waren es bei den Arthropoden im Allgemeinen die Glieder des Körpers, welche den Embryonaltheil schon früh charakterisierten, so sind es bei den Mollusken die Hauptabschnitte des Körpers, welche schon zeitig den Embryo als den eines Mollusks auszeichnen. Wie aber die beiden Grenzgruppen des Kreises der Mollusken, Tunicaten und Cephalopoden weiter von einander entfernt sind, als irgend ein Crustaceum von einem Insect, so treten auch bei der Entwickelung bedeutendere eigenthümliche Verschiedenheiten auf. Hierzu kömt noch, dass bei Tunicaten Metagenese und ungeschlechtliche Vermehrung sehr verbreitet ist, ein bei den übrigen Mollusken nicht mehr auftretender Vorgang.

Die Eier der meisten Mollusken erleiden einen totalen Furchungsprocess, indem, wie früher erwähnt, nur die Cephalopoden Nahrungsdotter in ihren Eiern enthalten. Nach der Furchung bildet sich überall eine flimmernde Umhüllungshaut, welche mittelst ihrer Wimpern das Rotiren des Eies veranlasst. Zuweilen tritt in dieser Periode schon die Geburt ein, so dass auch hier ein infusoriumartiges Stadium entsteht. Als erste Anlage des künftigen Thieres bilden sich am Eie Wülste, welche der Bauch- und Rückenseite des Thieres entsprechen. An ersterer wird dann der häufig mit provisorischen Locomotionsorganen, den langbewimperten Segellappen, umgebene Kopf und der als kurze zungenförmige Verlängerung entstehende Fuss unterschieden, welche beide, jedoch nicht überall in gleicher Weise, sich weiter verwandeln. Am Rücken tritt die Anlage des Mantels als des die Haupteingeweidemasse umgebenden Sackes auf, die nach der Vielformigkeit dieses Gebildes in den einzelnen Ordnungen eine gleiche Mannichfaltigkeit in ihrer Entwickelung zeigt. Sehr früh lässt sich, bei den höheren Abtheilungen wenigstens, das Nervensystem als organologisch gesondert erkennen; in anderen Fällen verräth die zeitige Anlage der Gehörbläschen das Vorauseilen der

Digitized by Google

animalen Gebilde. Der Darm tritt auch hier zunächst als ein den Dotter grösstentheils einschliessendes Gebilde auf, neben welchem Zellenhaufen zur Bildung der Leber, des Herzens u. s. w. übrig bleiben, welche Gebilde, da sich am Embryo der Mollusken keine Hölenbildung durch Umwachsen, keine flächenartige Ausbreitung der Anlagen beobachten lassen, an der für sie im entwickelten Thier bestimmten Stelle auftreten. — Metamorphose findet sich bei den Acephalen und Cephalophoren in zuweilen eigenthümlicher Weise.

§. 56.

Tunicaten.

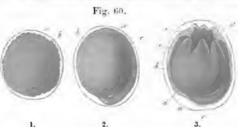
Zu den Tunicaten rechnen wir nach *Milne Edwards's* und vieler neuerer Systematiker Vorgang die Bryozoen, welche sich von den Polypen, zu denen man sie stellen will, durch den von der Leibeshöle getrennten, mit einem besonderen After versehenen Darm wesentlich unterscheiden. Sie schliessen sich unmittelbar an die zusammengesetzten Ascidien an, weichen jedoch von diesen dadurch ab, dass ihr Mantelrand nicht zur Bildung eines besonderen Kiemensackes verwachsen ist, sondern freie mit Wimpern versehene Kiemenfransen, die sogenannten Tentakeln, darstellt. An der Seite des von diesen gebildeten Kreises oder Halbkreises mündet der After frei, da natürlich die durch die Verwachsung der Mantellamellen gebildete Cloake auch fehlt[1]). Die Entwickelung der Bryozoen zeigt einige auffallende Verschiedenheiten, welche auf zwei Typen führen. In beiden Fällen furcht sich das Ei total und erhält einen Flimmerüberzug. Das infusoriumartige Junge verwandelt sich nun bei einigen dadurch in die entwickelte Form, dass sich an dem einen Ende eine becherförmige Vertiefung bildet, an deren Rand die Tentakeln auftreten; im Innern bildet sich der Darm, am Hinterende eine sich bald verbreiternde Fläche, mit der sich das Thier festsetzt. Im andern Falle bilden sich innerhalb des infusoriumartigen Jungen, wie im Körper einer Amme, zwei neue Embryone, deren jeder sich innerhalb der Hülle zu einem Bryozoon verwandelt. Die ammende Hülle setzt sich fest und wird von den sich in ihr entwickelnden Thieren durchbrochen, aber nicht verlassen; vielmehr stellt sie die Grundlage des zelligen Coloniengehäuses dar, indem sich an ihr durch Knospung dann neue Indivi-

1) Vergl. das Schema eines Bryozoen- und Ascidienkörpers bei *Van Beneden, Recherches sur l'embryogenie, l'anatomie et la physiologie des Ascidies simples. Mém. de l'acad. de Brux.* T. 20. Taf. IV. Über die Entwickelung der Bryozoen siehe desselben Abhandlungen in denselben *Mémoires* Bd. 17. 18. 20.

duen entwickeln. Dasselbe Verhalten zeigt die äussere Bekleidung der Bryozoen im ersten Falle, wodurch auch dort die Coloniebildung vermittelt wird.

Gleicht auch der Embryo einer **Ascidie** dem der Bryozoen nicht, so stimmen die zusammengesetzten Ascidien doch in der Erscheinung mit den Bryozoen überein, dass die ursprünglich einfachen Eier eine Mehrzahl von Individuen entwickeln, eine Thatsache, welche zuerst *Sars* beobachtete[2]). Die im abdominalen Ovarium gebildeten Eier gelangen gleichzeitig mit der Samenmasse in die Cloake und beginnen sich dort schon total zu furchen. Die Umhüllungshaut wird hier aber nicht verlassen, sondern bleibt bestehen, sich, wie es scheint, direct in die gemeinschaftliche Mantelsubstanz der späteren Colonien verwandelnd. Hat der Dotter die Furchung vollendet, so tritt an der einen Seite ein um das Ei herumgebogener Schwanz auf, welcher sich später, eine Fortsetzung der äusseren Hülle mit sich nehmend, abbiegt u. ein locomotives Organ darstellt.

Fig. 60.



Schon vorher jedoch beginnt sich der Dotter zu theilen. An dem voranschwimmenden Ende erscheint zunächst eine Höle, die künftige gemeinschaftliche Cloake; um diese treten einzelne Höcker auf, welche nach und nach Kiemenhöle und Eingeweidemasse erkennen lassen und Einzelthiere darstellen. Die einfachen Ascidien haben mit den zusammengesetzten die cercarienförmige Larve gemein; doch ist der weitere Fortgang einfacher, indem sich aus dem einfachen Eie auch nur ein einziges Junge entwickelt. Der anfangs von der structurlosen Hülle allseitig geschlossene Körper entwickelt zunächst die den Ein- und Ausgang des Körpers bezeichnenden Öffnungen, der Vordertheil der Dottermasse hellt sich gleichzeitig durch Bildung der Kiemenhöle

2) Die cercarienförmigen Larven waren allerdings schon *Sarigny* u. *Milne Edwards* bekannt: doch beschrieb zuerst *Sars* ausdrücklich die Bildung von 8 Embryonen aus einem Eie von Botryllus (*Beskrir. etc.* p. 70. 71. Taf. 12. Fig. 34 *a*—*i*).

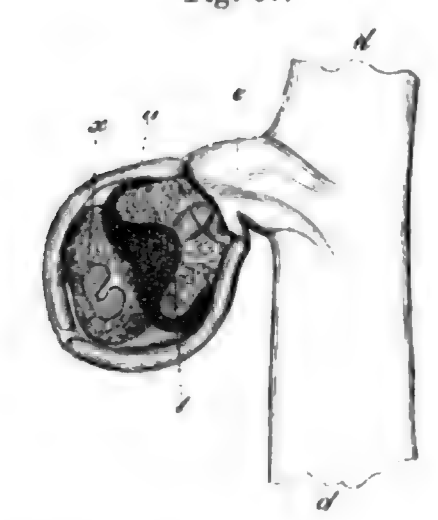
Fig. 60. Entwickelung von Botryllus: 1. Ei am Ende der totalen Furchung. *a* Hülle. *b* Dotter; 2. vom Dotter hat sich der Schwanz *c* geschieden; 3. der Dotter beginnt sich um eine gemeinschaftliche (Cloaken-)Hole *e* in einzelne Individuen *f* zu theilen, welche von einer gemeinschaftlichen Hülle *d* umgeben werden. — Nach *Kölliker*, An. d. sc. nat. 3. Sér. T. 5.

Digitized by Google

auf, während der hintere Theil den Eingeweideknäuel nach und nach erkennen lässt. — Viele Ascidien, vorzüglich die zusammengesetzten, vermehren sich durch Knospung und Stolonenbildung, letzteres besonders bei Clavelina, ersteres bei den Botryllen und vielen einfachen Ascidien. Die Entwickelung der Knospe erfolgt auf dieselbe Weise, wie die der Eier, und zwar zur Zeit der Geschlechtsreife der Individuen eben sowol wie vorher.

Höchst merkwürdig ist die Entwickelung der Salpen. Wie schon bei der Betrachtung der Metagenese erwähnt, beobachtete zuerst *v. Chamisso* den regelmässigen Wechsel der Formen durch zwei Generationen bei diesen Thieren. Neuere Untersuchungen haben dies bestätigt. Kein Fall war wol passender zur Anwendung des Namens Generationswechsel, indem bei den Salpen regelmässig eine Generation einzeln lebender Thiere auf eine Generation kettenartig verbundener Thiere folgte. Lange war man zweifelhaft, welche von beiden Generationen als die geschlechtlich entwickelte anzusehen sei. Besonders die Untersuchungen *Vogt's*[3]) haben die Verhältnisse aufgeklärt; die Kettenindividuen erzeugen aus wirklichen Eiern einzellebende Junge, die Einzelthiere (*proles solitaria*) durch Knospung eine Kette geschlechtlich differenzierter Individuen. Zunächst ist hier zu erwähnen, dass Samen und Eier nicht zu gleicher Zeit an einem und demselben Individuen reifen, so dass eine Salpe nicht ihre eigenen Eier befruchten kann. Das (meist einfache) Ei ist mittelst eines langen Stieles von einer Ausstülpung der zelligen Auskleidung der Kiemenhöle in dieser befestigt. Während des Furchungsprocesses, welchen *H. Müller* sah, verkürzt sich der Stiel und das Ei rückt an eine Hervorragung der inneren Kiemenhölenwand. Dieselbe ist von Gefässästen reichlich durchzogen und schliesst durch eine ringförmig sich erhebende Falte das Ei ganz ein. Der mittlere

Fig. 61.



3) Bilder aus dem Thierleben, p. 26 flgde., vergl. auch *H. Müller* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. p. 329.

Fig. 61. Bildung des Embryo von *Salpa pinnata*; *d* mütterliches Gefäss, *e* Stiel der Eikapsel *u*, durch den das Blut der Mutter in den Fruchtkuchen *l* eindringt, *x* Embryonalanlage. — Nach *Vogt*.

Digitized by Google

gefässreiche Theil, dem das Ei unmittelbar anliegt, ist einer Placenta zu vergleichen. Die Entwickelung des Eies geschieht nun so, dass es sich allmählich streckt und eine Hölung im Innern erkennen lässt, die künftige Kiemenhöle. An dem einen Ende dieser Höle tritt dann die Anlage des bei Embryonen ausserordentlich grossen Nervenknotens, am entgegengesetzten das sehr bald eine Höle enthaltende u. leise pulsirende Herz auf. Allmählich bilden sich die Körperöffnungen, die Kieme u. der Darm. Hinter dem Herzen findet sich ein eigenthümlicher, aus ölhaltigen Zellen gebildeter Körper, der Ölkuchen oder Elaeoblast, welcher später gänzlich schwindet und dessen Bedeutung noch nicht aufgeklärt ist. Zu dieser Zeit hat sich die Eikapsel wieder geöffnet, der Embryo hängt mit seiner Bauchseite am Fruchtkuchen fest, ohne jedoch organisch mit ihm verbunden zu sein. Im Innern desselben zeigt sich schon die Anlage des Zapfens, von dem die Knospung der Kettencolonie ausgeht. Nachdem das Junge schon eine Zeit lang selbständig geathmet hat, löst sich plötzlich die Verbindung mit dem Mutterthiere und das Junge wird geboren, den Fruchtkuchen mit sich nehmend. Während dieser u. der Elaeoblast schwinden, entwickelt sich am Zapfen die Kettengeneration. Der Zapfen ist ein holer von der äusseren Körperhülle gebildeter Fortsatz, an dessen Grunde ein Gefäss in ihn tritt, um am obern Ende bogenförmig umzukehren. An letzterem treten in der Form kleiner Höcker, je nach den Arten in verschiedener Verbindung, die neuen Individuen auf. Die Entwickelung

Fig. 62.

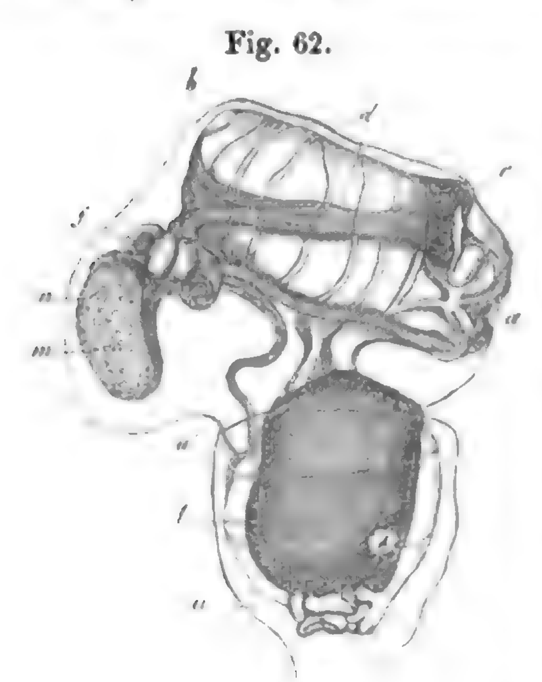


Fig. 63.

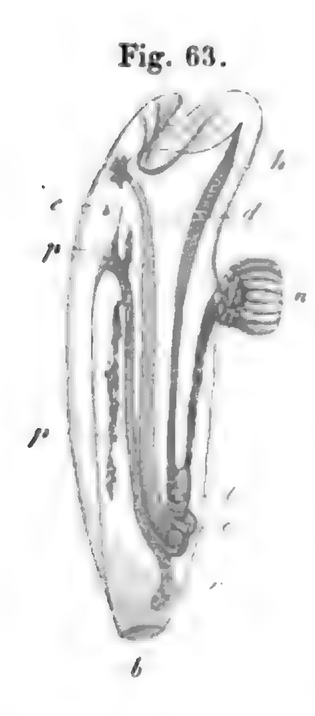


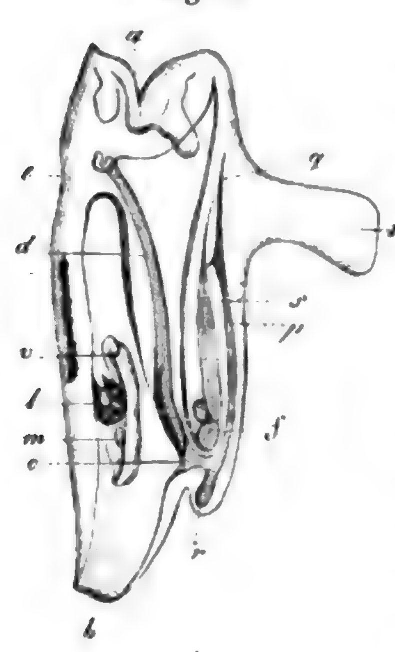
Fig. 62. *a* vordere, *b* hintere Kiemensacköffnung, *c* Nervenknoten, *d* Kieme, *f* Herz, *m* Ölkuchen, *n* Knospenzapfen für die Embryonenkette; *l u* wie vorhin.

Fig. 63. Ein Einzelindividuum von *Salpa pinnata*; *h* Bauchfurche, *o* Mund, *p* Darm, *q* After, *r* Leberanhang; *a—f* wie vorhin.

Digitized by Google

der Knospen wird hier durch eine ähnliche Placentarbildung erleichtert, indem dieselben ausser dem Fortsatze, durch welchen sie in Verbindung erhalten werden, am hinteren Ende des Körpers einen anderen dem Blutstrome der Mutter entgegenschicken. Am frühesten entsteht in der mit einer Höle bald sich versehenden Knospe der Nervenknoten, die Kieme und das Ei, später Herz, Darm u. s. w. Durch die zur kettenförmigen Verbindung auftretenden Gebilde sind die Individuen dieser Generation (welche übrigens nur durch erstarrenden Schleim zusammenhängen, so dass sie einmal getrennt sich nicht wieder vereinigen können) meist von der solitären Brut etwas verschieden und man hat daher auch lange Zeit die verschiedenen Generationen unter verschiedenen Artnamen aufgeführt.

Fig. 64.



§. 57.

Acephalen.

Konte bei den Tunicaten der eigenthümliche Entwickelungstypus der Mollusken kaum nachgewiesen werden, insofern die Übereinstimmung derselben mit den übrigen Weichthieren nur durch die Art und Weise der allmählichen Ausbildung der Organe, weniger in deren morphologischer Anlage gegeben war, so tritt bei den Acephalen jener vorhin angedeutete Entwickelungsgang deutlich, wenn auch zuweilen mannichfach modificiert entgegen. Die Eier der Acephalen erleiden eine totale Furchung[1]). Nachdem dieselbe beendet ist, bedeckt eine mit Wimpern besetzte Umhüllungshaut den Dotter, mittelst deren das Ei die hier schon lange beobachteten Rotationen vornimt. Die weitere Entwickelung weicht nun insofern ab, als

1) s. die Darstellung von *Davaine* über die Furchung des Austereies: *Mém. de la Soc. de Biologie, T. IV. pl.* 1. *Davaine's* Untersuchungen, welche den Hermaphroditismus der Auster ausser Zweifel setzen, weisen noch nach, dass bei Ostrea (in ähnlicher Weise wie es bei den Salpen der Fall ist) Samenkörperchen und Eier nicht zu gleicher Zeit reifen; vergl. a. a. O. p. 315.

Fig. 64. Kettenindividuum derselben Salpe; *t* Verbindungszapfen, *v* Embryo an der Placenta *l* hängend mit dem Ölkuchen *m*; die übrigen Buchstaben wie vorhin.

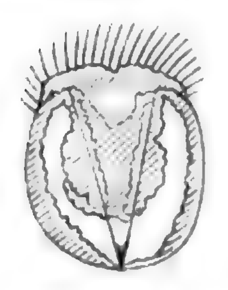
einige Acephalen den mütterlichen Körper in einer der Mutter ähnlichen Gestalt verlassen (Najaden), während andere, wahrscheinlich die meisten, eine Metamorphose durchlaufen. Doch sind auch die ersten mannichfaltigen Verwandlungen unterworfen, welche sich jedoch bei ihnen auf das Embryonalleben beschränken. Bei allen tritt der den Mollusken eigenthümliche Unterschied zwischen Bauch- und Rückentheil des Thiers zeitig auf, von denen der erste durch die Gegenwart des Kopfes und Fusses ausgezeichnet ist. Als Andeutung des Kopfes erscheint ein ursprünglich paariges, dann in der Mittellinie verschmelzendes provisorisches Locomotionsorgan, das Segel, welches sich durch seine Stellung zu der sich später bildenden Mundöffnung als zum Kopf gehörig darstellt. Dem Segel gegenüber bilden sich zwei Wülste, welche sich bald zu zwei weichen, biegsamen Schalen umgestalten. Unter ihnen geschieht die Trennung des eigentlichen Mantels vom Dotter, zunächst als Furche auf der Bauchfläche, zwischen deren Rändern die Anlage des Fusses und eine den meisten Lamellibranchiern auf früheren Entwickelungszuständen eigene Byssusdrüse sichtbar wird. Abweichend hiervon ist die Entwickelung der Najaden, indem die Trennung der beiden Mantellamellen eine fast vollständige Trennung des ganzen Dotters begleitet, so dass von den beiden dreieckigen Schalen, welche häufig fast bis zur Bildung einer geraden Linie geöffnet sind, jede eine gesonderte mit tentakelartigen Spitzen besetzte Embryonalhälfte enthält, die nur durch den im Grunde noch übrigen Dotter mit einander verbunden sind. Dass in jeder dieser Hälften ein besonderer Darm u. s. w. sich bilde, wie man früher annahm, hat sich nicht bestätigt; vielmehr scheint auf diesem Stadium eine weitere organologische Differenzirung nicht vorhanden zu sein. Am Grunde der Spalte findet sich nur ein schlauchförmiges Byssusorgan, welches einen einzigen langen Faden entlässt, mittelst dessen sich der Embryo mit anderen und an diese befestigt. Der gleichzeitig auftretende Schliessmuskel der Schalen sucht durch zuckende Contractionen die beiden Schalen zu nähern; wie jedoch die weitere Verwandlung dieser Thiere vor sich geht, ist noch zu untersuchen. Bei den übrigen Lamellibranchiern (deren Entwickelung bis zur Segel- und Schalenbildung überall ziemlich gleich verläuft,

Fig. 65.

Fig. 65. Ein zur Geburt reifer Embryo von Anodonta. – Nach *C. G. Carus.*

Digitized by Google

Fig. 66.



auch bei denen, welche in ihrer entwickelten Form so eigenthümliche Verhältnisse zeigen, wie z. B. Teredo) folgt der Anlage der beiden Schalen sehr bald die Bildung eines Schalenschliessmuskels und eines das Segel zurückziehenden Muskels. In der Medianlinie der Bauchfläche, entsprechend der Gegend des Fusses, welcher zunächt als ein hinter dem Segel auftretender Höcker gebildet wird, findet sich, wie erwähnt, auch hier ein Byssusorgan. Über dem vom Segel bedeckten Munde entstehen ein paar einfache Augen, die Dottermasse beginnt den Darm und die übrigen Organe anzulegen; und hat nun die fortschreitende Differenzirung die letzten anfangs soliden Theile ausgehölt, so wird der Embryo geboren. Unter der allmählichen Vergrösserung des Jungen und der weiteren Ausbildung des Fusses und der durch Verschmelzung der Mantelränder gebildeten Athmen- und Afterröhre schwindet das Segel und die Augen; die Schalen verkalken nach und nach und das Thier nähert sich seiner definitiven Form.

Über die Entwickelung der Brachiopoden, welche zur Feststellung der Homologien ihrer Organe sehr förderlich sein würde, fehlt leider zur Zeit noch jede Angabe.

§. 58.

Cephalophoren.

Unsere Kenntnis von der Entwickelung dieser Molluskenclasse ist in der neueren Zeit wesentlich erweitert worden. Es zeigt sich, dass hier, obschon im Allgemeinen der oben erwähnte Typus bei allen Cephalophoren wenigstens zu einer bestimmten Zeit der Entwickelung nachzuweisen ist, doch drei (oder vier) Modificationen auftreten. Die erste zeigen die Pteropoden. Bei ihnen geht der Bildung der Segellappen und des rudimentären Fusses ein wurmförmiges Larvenstadium voraus; die zweite umfasst die Heteropoden und die meisten Gasteropoden; sie schliessen sich am engsten an die charakteristische Entwickelungsweise an, indem alle hierher gehörigen Thiere durch den Besitz der Segel und, mögen sie später nackt sein oder nicht, durch eine embryonale Schalenbildung ausgezeichnet sind; die dritte Form der Entwickelung ist endlich den Land-Pulmonaten eigen, bei den Limacinen aber am schärfsten ausgesprochen.

Fig. 66. Embryo von Teredo, mit Segel und Schalen. — Nach *Quatrefages*.

Diese stimmen alle in der rudimentären Ausbildung der Kopfanhänge, in dem Besitz contractiler, eine embryonale Circulation vermittelnder Organe und einer vorübergehenden Primordialniere sowie durch die intrapalliale Entwickelung der Schale mit einander überein[1]).

Unter den Pteropoden kennt man die Larvenzustände von Pneumodermon, Cleodora und Tiedemannia. Die Larven von Pneumodermon wurden zuerst von *Joh. Müller*[2]), dann von *Kölliker* und *Gegenbaur*[3]) beobachtet. Die jüngsten Zustände derselben schliessen sich an gewisse Echinodermen- und Wurmlarven an. Sie sind gleichfalls wurmförmig, ohne Andeutung der Segel und mit drei transversalen Wimperkränzen umgeben, welche das Thier in zwei mittlere und zwei endständige Felder abtheilen. In der Mitte des ersten Feldes befindet sich der terminale Mund, seitlich die zwei Gehörbläschen, im zweiten und selbst im dritten wird die Zunge sichtbar, in denselben auch der längliche, anfangs noch geschlossene Darm, dessen Afteröffnung nach *Müller* nicht in die Mitte der letzten Abtheilung der Larve fällt, wodurch sich dieselbe noch mehr den Holothurienlarven nähert. Ob auf dieses wurmförmige Stadium ein anderes mit Segeln versehenes folgt, ist noch zweifelhaft, jedoch den Beobachtungen an Cleodora und Tiedemannia nach zu urtheilen wahrscheinlich, besonders da auch eine spätere Mittheilung *Gegenbaur's*[4]) der Segellappen von Pneumodermon erwähnt, freilich mit der Bemerkung, dass sich aus ihnen ein Flossenpaar gestalte, welche den Gedanken an eine Verwechselung mit der Anlage des Fusses aufkommen lässt. Die vorderen Wimperkränze gehen während dieser Veränderung verloren. An diese Larven schliessen sich etwas ältere von Cleodora und Tiedemannia, bei denen ein wurmförmiges Stadium noch nicht beobachtet worden ist, wogegen die Bildung der Segelhälften und des von diesen unabhängigen Fusses deutlich war. Es ist jedoch bei diesen Pteropoden überhaupt noch nicht ausgemacht, ob sie wie Pneumodermon ein wurmförmiges Stadium besitzen, an dem sich erst die Segel allmählich ausbilden. Eigenthümlich ist die Bildung des Fusses, welcher in dieser Abtheilung nicht die unpaare gestreckte Form erhält, wie bei anderen Gasteropoden, sondern schon

1) Dass Sagitta nicht zu den Mollusken gehört, beweist ausser ihrer Organisation besonders ihre Entwickelung, welche *Gegenbaur* verfolgt hat (Zeitschr. f. wiss. Zool. V. p. 15).

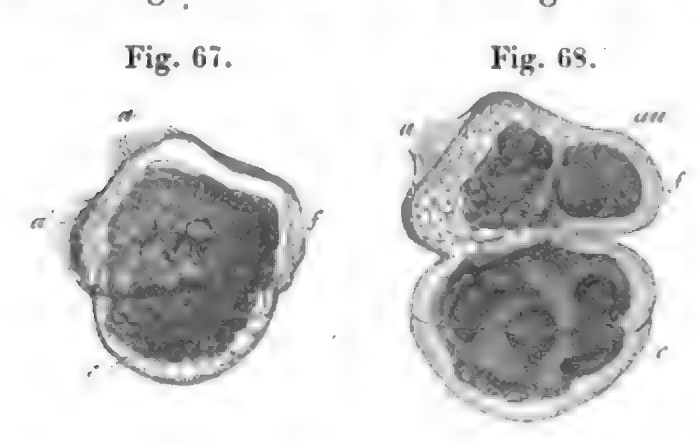
2) Monatsbericht d. Berl. Akad. 1852. Octbr. u. 6. Abhandlg. über die Entwickelung der Echinodermen, p. 28.

3) Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 333 u. 369.

4) a. a. O. p. 369.

in seinem ersten Auftreten jene seitliche Spaltung zeigt, welche ihn für diese Thiere so charakteristisch macht. Über die allmähliche histiologische Differenzirung ist hier noch wenig bekannt. Das Centralnervensystem sondert sich jedenfalls nicht früher als die Gehörbläschen, eine auch bei anderen Cephalophoren beobachtete Erscheinung.

Die zweite Entwickelungsweise zeigen die Heteropoden und die Mehrzahl der Gasteropoden. Auf die totale Furchung[5]) des Eies folgt zunächst die Bildung einer flimmernden, die Rotation des Eies bedingenden Umhüllungshaut. Allmählich wird dasselbe länglicher und erhält an der einen, etwas abgeplatteten Seite zwei Wülste, denen bald ein unpaarer gegenüber folgt. Die ersten entwickeln sich ziemlich schnell und erhalten ausser dem ursprünglich allgemeinen Wimperüberzuge eine Garnirung langer Cilien; sie sind die Segel, die diesen Thieren eigenen provisorischen Locomotionsorgane. Während diese Organe sich an der Bauchfläche differenziren, tritt am Rücken des Embryo die Bildung des Mantels ein, welcher bald eine ursprünglich einfach napfförmige, nach und nach sich spiralig vergrössernde Schale absondert. Dieselbe ist hier stets äusserlich und bedeckt bald den ganzen Rücken des Thieres. Am hinteren Ende des zungenförmig sich verlängernden Fusses bildet sich ein Deckel (*n*), mittelst dessen die Schalenöffnung geschlossen werden kann. Die organologische Differenzirung beginnt mit Bildung der Sinnesorgane, von denen die Gehörbläschen seitlich an den Segelwurzeln zunächst sichtbar werden. Das Nervensystem wird auch hier erst später deutlich, wenn die übrigen Organe schon meist angelegt sind. Der Darmcanal, dessen Bildung zunächst folgt, macht sich durch eine Aufhellung der



5) Bei *Entoconcha mirabilis Müll.* (s. *Joh. Müller*, Über *Synapta digitata*, Berlin 1852) persistiert das Keimbläschen und theilt sich in die Kerne der zwei ersten Furchungskugeln. Sollte dies „Keimbläschen" nicht schon der Kern der ersten Embryonalzelle sein?

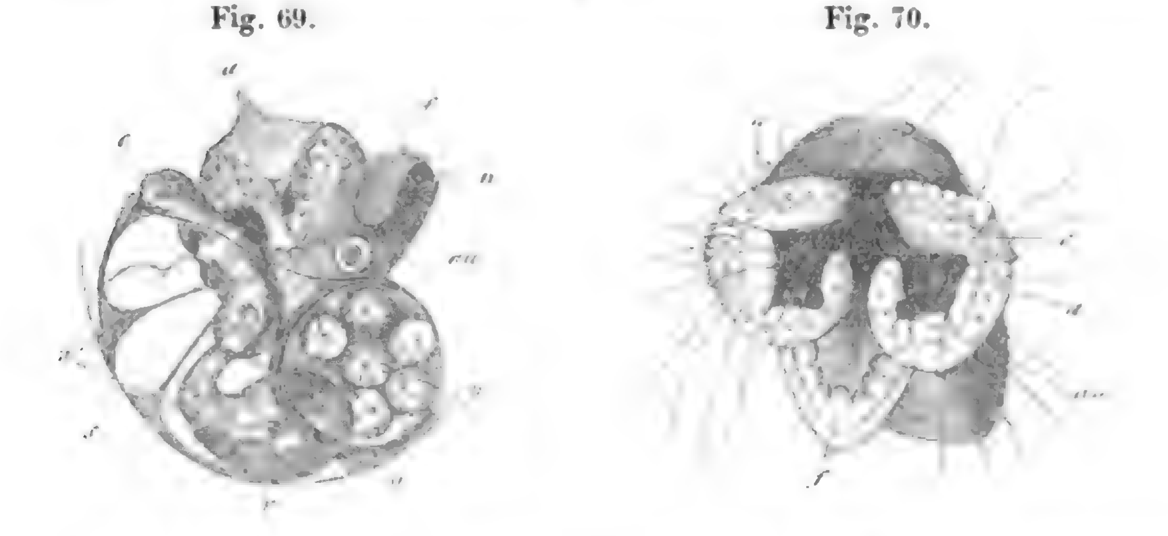
Fig. 67. Embryo von Actaeon; *a* Segel, *f* Fuss, *c* Mantel.

Fig. 68. Derselbe etwas älter. Im Fusse wird das Gehörbläschen *au* sichtbar; um den Mantel bildet sich die Schale.

Digitized by Google

centralen Dottermasse bemerklich; er stellt einen anfangs geschlossenen, sich aber bald durch einen weiten Oesophagus in die zwischen

Fig. 69. Fig. 70.



oder dicht hinter den Segellappen gelegene Mundöffnung nach aussen öffnenden, zunächst verhältnismässig kurzen Schlauch dar. Der After bildet sich erst später über dem Fusse am Hinterende, von wo er jedoch durch die Windung des Körpers nach der Seite gedrängt wird. Die meisten der hierher gehörigen Thiere werden nun auf einer Stufe der Entwickelung geboren, welche die bis jetzt erwähnten Anlagen bereits zeigt. Der Fuss ist noch unentwickelt, die Segel sind Locomotionsorgane. Bald tritt jedoch ein anderes Verhältnis ein. Die Schale wird von den Nacktschnecken, während ihre Körperform der entwickelten sich nähert, abgeworfen (zuweilen schon innerhalb der Eihüllen); die Segel schrumpfen ein und bleiben nur noch als Labialpalpen erkenntlich (am grössten bei Tethys)[6]. Gleichzeitig entwickelt sich der Fuss zu einem wirklichen Locomotionsorgan und verwächst an seiner obern Fläche mit dem vom Mantel bedeckten Eingeweidesacke. Innerhalb des letzteren erscheint vorn das Herz, seitlich an der Furche zwischen Fuss und Mantel die Kiemen; der Darm streckt sich und lässt die einzelnen Abtheilungen erkennen; die Hauptmasse des noch übrigen Dotters wird zur Bildung der Leber verwendet. Am spätesten erscheinen die Generationsorgane, mit deren Auftreten der Entwickelungskreis vollendet ist. Einer eigen-

6) Nicht Thetys, wie gewöhnlich angegeben wird.

Fig. 69. Weiter vorgeschrittener Embryo. Im Inneren des mit der spiralig gewundenen Schale umgebenen Körpers wird der Darm und andere Organe sichtbar.

Fig. 70. Ansicht eines Embryo von vorn, um die zwischen den Segellappen *a* gelegene Mundoffnung *o* zu zeigen.

Digitized by Google

thümlichen Erscheinung ist hier noch zu gedenken, welche in viel ausgesprochener Weise bei den Land-Pulmonaten auftritt. Bei mehreren zu der jetzt besprochenen Abtheilung der Cephalophoren gehörigen Thieren hat man nämlich eigenthümliche Contractionserscheinungen wahrgenommen, welche die zwischen den Organanlagen in der Leibeshöle noch vorhandene Flüssigkeitsmenge (embryonale Blutflüssigkeit?) hin und her treiben. Die Ausgangspunkte der Bewegungen war Fussende und Nackengegend, auf welche letztere wol auch die von *Gegenbaur* beobachtete Aufblähung des Segels bei Doris- und Polycera-Embryonen zn beziehen ist.

War in der Entwickelung der bis jetzt betrachteten Cephalophoren eine Metamorphose nicht zu verkennen, so stellt sich uns die der Land-Pulmonaten als einfacher heraus, obschon das Auftreten gewisser embryonaler Verhältnisse dieselbe zu einer sehr eigenthümlichen macht. Auch hier bildet sich nach vollendeter Furchung[7]) eine flimmernde Umhüllungshaut, welche das Rotiren des Embryo bedingt. Derselbe streckt sich in die Länge und lässt nun, je nachdem er zu einem Gehäuspulmonaten oder einer Nacktschnecke sich entwickelt, einige Verschiedenheiten erkennen. Was znnächst die Entwickelung der Limacinen anlangt, welche diese Entwickelungsart in der ausgebildetsten Form besitzen, so entsteht hier nach dem Ende der Furchung ein allmählich sich flach conisch erhebender Wulst, dem ein anderer auf derselben Hemisphäre des Dotters erscheinender bald folgt. Der erste bildet den Kopf und Fuss des Embryo, der letztere den Mantel. Während sich ersterer verlängert, treten an seinem vorderen, der centralen Dottermasse näheren Ende Höcker auf, welche sich als die Anlagen der Augen, Tentakeln und Labialpalpen herausstellen. Das Hinterende desselben zeichnet sich bald durch den Besitz eines eigenthümlichen contractilen Gewebes aus, welches aus netzförmig mit einander verbundenen, glatten, aber sehr contractilen Zellen besteht. Ähnliche Zellen erscheinen nun auch zwischen dem Kopfe und dem den Mantel darstellenden Rückenwulste, und zwischen den beiden Theilen tritt bald eine abwechselnde Contraction ein, so dass die im Körper enthaltene Dottermasse vom Nacken nach dem Schwanze, von da zurück zum Nacken getrieben wird. Am

7) Hier, wie bei mehreren anderen wirbellosen Thieren, treten während der Furchung zuweilen sogenannte Richtungsbläschen auf. Ihr Name wurde dadurch veranlasst, dass sie sich stets an der Stelle finden, wo eine Einschnürung und Furchenbildung auftritt. Mit letzterer selbst haben sie jedoch nichts zu thun, sondern sind stets zufälliger Natur, losgelöste Dotterpartikel darstellend.

Schwanze selbst bildet sich das contractile Gewebe zu einer eigenen Blase aus, während die Nackengegend erst, nachdem die Entwickelung weiter vorgeschritten ist, die Form eines von dem übrigen Körper abgetrennten Sackes erhält. Die anfangs als Rückenwulst erscheinende Mantelanlage lässt sehr früh schon in einer besonders gebildeten Hölung einige Concretionen erkennen, die erste Anlage der Schale. Der Rückenwulst hebt sich bald klappenartig von dem übrigen Körper ab, bleibt jedoch stets auf einen kleinen Umfang beschränkt. Hinter ihm tritt als eine Aufhellung der Dottermasse die Anlage des Darms auf, von welchem aus nach vorn bald Schlund, Zunge und Speicheldrüsen anfangs als solide Zellenmassen erscheinen; vor ihm das anfangs solide Herz. Unter dem Schlunde zeigt sich zuerst das Suboesophagealganglion, dem bald die Anlage des Auges und dann des Gehörbläschens folgt. In dieselbe Zeit fällt auch die Bildung des im Fusse der Schnecken befindlichen Schleimcanals (eines für die Locomotion des Thieres, wie mir scheint, sehr wichtigen Apparates). Während dieser Veränderungen ist die Nackenblase von dem sich vergrössernden Mantel und Kopfwulst an ihrer Basis eingeengt worden, die abwechselnden Contractionen zwischen ihr und der Schwanzblase dauern noch einige Zeit fort. Die in ihr enthaltene Dottermasse vermindert sich aber mehr und mehr, um beim Aufbau der Leber verwandt zu werden, während die zwischen ihr und der Schwanzblase circulirende Flüssigkeit allmählich den Charakter embryonalen Blutes mit wenig rundlichen Zellen annimt. Sehr früh hat sich nun noch bei den Limaxembryonen zu den Seiten des Dottersackes (der künftigen Nackenblase) ein paariges, aus Zellen bestehendes Organ gezeigt, welches mit einem Ausführungsgange unter dem Rande des Rückenwulstes ausmündet. Im blinden Ende dieser Organe bilden sich in den Zellen Secretbläschen mit Concretionen; das Ganze stellt primordiale Nieren dar. Etwas nach hinten von ihnen, niemals aus ihnen selbst, entstehen die definitven Nieren als Zellenanlagen, welche sich bald als Secretionsorgane ausweisen, aber erst gegen die Geburt des Embryo hin die Function der provisorischen Organe, deren Ausfüh-

Fig. 71.

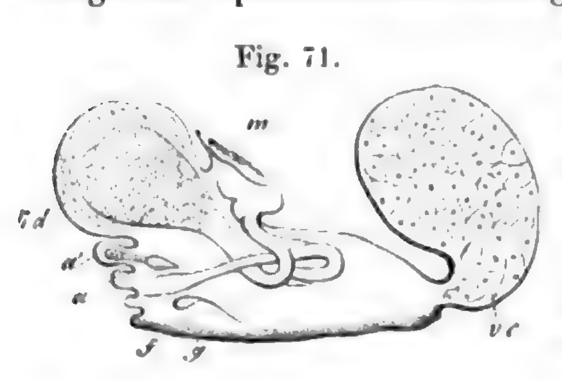


Fig. 71. Embryo von Limax; *a* Kopf, *a'* Auge, *f* Fuss, *m* Mantel, *g* Ganglion, *vc* Schwanzblase, *kd* Nackenblase. — Nach *Laurent*, *Annales franç. et étrang. de l'Anatomie et de Physiol. T. II.*

Digitized by Google

rungsgang dann schwindet, übernehmen. Ist der ganze Dotter verbraucht, Nacken- und Schwanzblase fast verschwunden, so wird der Embryo, der mittelst seines Schlundes das ihn umgebende Eiweiss fast gänzlich verzehrt hat, geboren, der Mutter im Wesentlichen ähnlich. Die weiteren Veränderungen beziehen sich nur auf die fortschreitende histiologische Differenzirung und Vergrösserung der schon vorhandenen Anlagen.

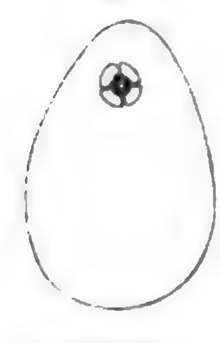
Wesentlich hiermit übereinstimmend ist die Entwickelung der Gehäuspulmonaten, wie besonders *Gegenbaur's* Untersuchungen gelehrt haben[8]). Der wesentlichste Unterschied betrift die Weiterentwickelung der anfangs, wie bei Limax, im Innern des Rückenwulstes auftretenden Schale und die weniger bedeutende Entwickelung der contractilen Embryonalgebilde. Clausilia sowol als Helix besitzen eine Vorniere, eine contractile Schwanz- und Nackenblase und eine ursprünglich innere Schale. Letztere wird dadurch zur äusseren, dass die sie deckende Zellenschicht auf ihrer Höhe immer dünner wird und endlich schwindet, so dass sie nur noch an ihren Rändern von Epithel überdeckt wird, und zwar stets da, wo die Bildung neuer Schalentheile vor sich geht. Es wird diese Zellenanlage endlich zum Mantelrande, welcher dann ganz in das Gehäuse zurückgezogen werden kann. Die allmähliche Rückbildung der Vorniere sowie der contractilen Blase geschieht auf dieselbe Weise wie bei den Limacinen.

§. 59.

Cephalopoden.

Die genauere Kenntnis von der Entwickelung der Cephalopoden verdanken wir *Kölliker*, welcher durch seine 1844 publicierten Untersuchungen die früher nur bruchstückweise bekannt gewordenen, meist späteren Entwickelungszustände zu einem vollständigen Gesamtbilde vereinigte. Da dieselben in ihren Eiern Bildungs- und Nahrungsdotter enthalten, so furchen sich die letzteren nur an einer beschränkten, in der Nähe des einen spitzen Poles des Eies gelegenen Stelle. Das Verhältnis des Nahrungsdotters wird aber hier dadurch interessant, als derselbe nicht, wie bei den Arthropoden, in die Leibeshöle aufgenommen wird, sondern, wie bei Wirbelthieren, einen echten äusseren Dottersack bildet. Die Furchung

Fig. 72.



8) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 395 flgde.

Fig. 72. Ei von Sepia. Der Bildungsdotter zeigt eine Spaltung in vier Ballen.

Digitized by Google

selbst bietet schon eine eigenthümliche Form dar. Der flächenartig ausgebreitete Dotter wird nämlich zuerst durch eine Längsfurche in zwei Hälften getheilt, dann durch darauf folgende, die ersten durchschneidende Furchen in 4, 8 u. s. f. Theile, welche alle mit ihren Spitzen convergiren, während die breite Basis dem Nahrungsdotter zugekehrt ist. Durch Quertheilungen, welche an der Spitze dieser Dreiecke auftreten, werden allmählich kleinere Zellen abgetrennt, welche zuletzt eine aus embryonalen Zellen zusammengesetzte Keimschicht bilden. Auf die Furchung folgt auch hier die Bildung einer Umhüllungshaut, welche jedoch nicht bei allen in gleicher Zeit vollendet ist. So umschliesst sie bei Loligo den ganzen Dotter schon sehr früh, so dass hier die Eier eine durch die Wimpern derselben hervorgebrachte Rotation zeigen, wogegen bei Sepia ihre Vollendung in eine Zeit fällt, wo an der Keimscheibe schon weitere Veränderungen aufgetreten sind. In der allmählich etwas verbreiterten Keimscheibe treten nun die Organanlagen in folgender, sich im Allgemeinen an den Molluskentypus anschliessender Weise auf. Zuerst entstehn in der Mitte des Kreises ein unpaarer mittlerer und zwei seitliche kleinere, längliche Wülste, von denen der erste dem Mantel, die letzteren den Augäpfeln angehören. Diesen folgen bald zwei andere paarige, welche der paarigen Anlage des Fusses, hier den Trichterhälften entsprechen. Zwischen beiden treten an analoger Stelle, wie bei den Cephalophoren, die Anlagen der Kiemen auf. Nach einiger Zeit treten zu diesen Wülsten, welche ursprünglich solide Zellenwucherungen darstellen, noch andere; zunächst zwei sich dicht an die Trichterhälften anlegende, welche gleichfalls noch zum Fusse gehören, die vorderen Fusswülste (f') und zwei die Anlagen der Augen

Fig. 73.

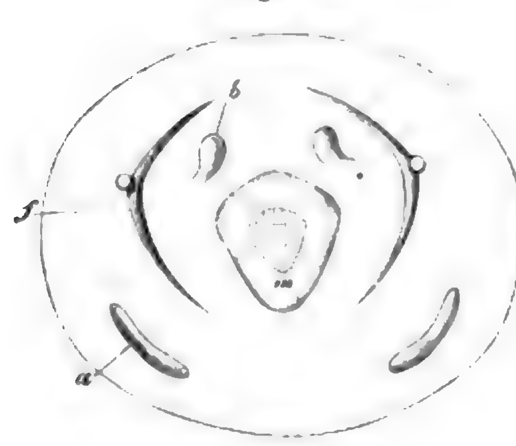


Fig. 74.

Fig. 73. Embryonalanlage von Sepia; *m* Mantel, *a* Augen, *f* hintere Fusswülste (Trichterhälften), *b* Kiemen.

Fig. 74. Etwas älterer Embryo von Sepia; *o* Mund, *f'* vordere Fusswülste (vordere Kopflappen *Köll.*), *a* Kopflappen mit dem Auge *a'*, *v* Nahrungsdotter.

Digitized by Google

erhebende, die Kopflappen (*a*). Zwischen den beiden letzten erscheint nun am Rande der Keimscheibe der Mund (*o*), wodurch zu der Beurtheilung der bis jetzt aufgetretenen Theile ein wichtiger Anhalt gegeben ist. Zu dieser Zeit hat sich auch der Mantel, Fuss und Kopf mit dem der Umhüllungshaut angehörigen Flimmerepithelium bedeckt, welches nur an den Kiemen und dem Trichter fehlt. Allmählich werden nun auch die Anlagen für die Arme gegeben, und zwar zuerst die zwei hinteren, dann die seitlichen, welche sich durch ihr ursprüngliches topographisches Verhalten als Anhangsgebilde des Fusses herausstellen; zuletzt tritt das fünfte oder vorderste Armpaar auf, welches sich bei den nun folgenden Veränderungen nach vorn begibt, die Mundöffnung bald zwischen sich nehmend. Nach und nach erhebt sich der Mantelwulst; es bildet sich eine Einschnürung, welche die Anlage der Eingeweidemasse und die des Fusses und Kopfes trennt, wovon nur die die Verwachsung der Rückenfläche des Fusses mit dem Eingeweidesacke darstellenden Trichterhälften ausgenommen bleiben. Der Embryo umfasst auf diese Weise den Dottersack mit seinen Armen. Im Inneren der Mantelhöle erhält jetzt der Darm eine distincte Wandung, sich auf diese Weise vom Dottersacke, der durch die Einschnürung der Halsgegend in eine äussere und innere Hälfte getrennt ist, vollständig sondernd. Es entwickelt sich der Schloss- und Kopfknorpel und umschlossen von ihnen das Nervensystem, ebenso wie im Inneren der Mantelsubstanz die innere Rückenschale auftritt. Im Inneren der Mantelhöle bilden sich nun, aus der Dottersubstanz indirect ihren Ursprung nehmend, die verschiedenen Organe, die einzelnen Drüsen, das Herz mit den Gefässen, der Tintenbeutel, welche alle ursprünglich solide Zellenmassen darstellen und erst allmählich ihre definitive Ausbildung erlangen.

Fig. 75.

Fig. 76.

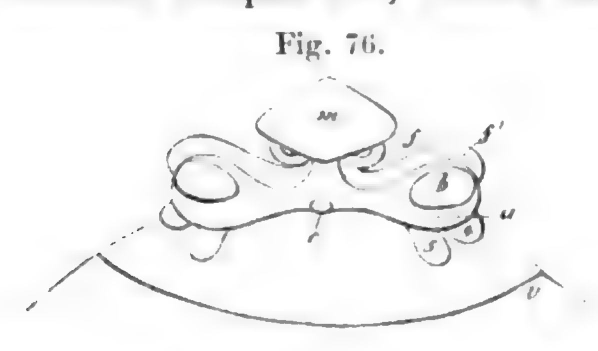


Fig. 75. Älteres Ei desselben Thieres. Am Rande der Anlagen des Fusses erscheinen die Arme 1 — 4, * Knorpel des Trichters.

Fig. 76. Sepienembryo von vorn. Die Arme rücken allmählich nach vorn. Das fünfte Paar derselben (5) erscheint zu den Seiten des Mundes (*o*), *b* Auge.

Digitized by Google

Fig. 77.

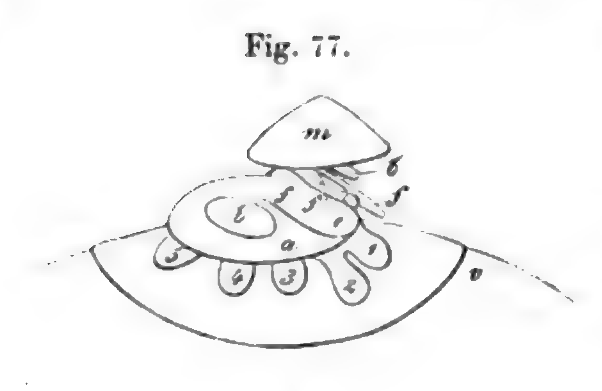
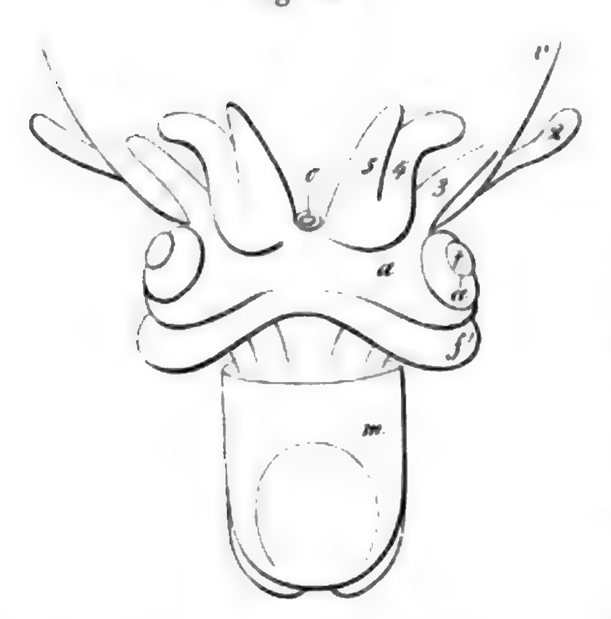


Fig. 78.



Mit dieser Differenzirung in der Mantelhöle sind gleichzeitig Veränderungen am Kopfe vorgegangen. Die beiden Trichterhälften verschmelzen in der Mittellinie mit einander, die Arme rücken noch weiter nach vorn, bis sie die Mundöffnung selbst umgeben haben. Am Auge bildet sich die Pupille, die Kopflappen verschmelzen allmählich mit den vorderen Fusslappen. Durch die Ausbildung der in der Mantelhöle enthaltenen Organe ist die innere Abtheilung der Dottermasse verringert worden; sie wird aber ersetzt durch Nachschieben aus dem äusseren Dottersacke, welcher Contractionen zeigt (analog der Schwanzblase der Landpulmonaten) ohne jedoch ein besonderes contractiles Gewebe erkennen zu lassen (wenigstens nach den bisherigen Beobachtungen). Die weitere Entwickelung des Darms, der Leber u. s. w. trennt übrigens einzelne Theile des inneren Dottersackes gänzlich ab, welche dann völlig resorbirt werden. Allmählich verkleinert sich auch der äussere, neben dem Munde hängende Dottersack und wird endlich ganz in den Körper aufgenommen. Der schon vorher lebhafter Bewegungen fähige Embryo, dessen Haut schon die charakteristischen Chromatophoren besitzt, wird nun geboren, dem geschlechtsreifen Thiere bis auf die bedeutendere Grösse des Kopfes und die mangelnde Entwickelung der Genitalorgane ziemlich gleichend. Wo sich, wie bei Argonauta, eine äussere Schale findet, bildet sich dieselbe nach der Geburt von dem Mantel aus.

Die von den bisher betrachteten Entwickelungsformen wirbelloser Thiere scheinbar so sehr abweichende Entwickelung der Cepha-

Fig. 77. Ein älterer Embryo von der Seite.

Fig. 78. Noch älterer Embryo von der Rückenfläche; *a'* Auge, *t* Pupille.

Digitized by Google

lopoden lässt sich, wie es hier versucht wurde, unschwer auf den Molluskentypus zurückführen. Berücksichtigt man die eigenthümliche Gestaltung des Kopfes und Fusses dieser Thiere und bringt damit den Umstand in Verbindung, dass hier viel Nahrungsdotter zu verarbeiten übrig ist, so wird auch der Vergleich des contractilen äusseren Dottersackes mit der Schwanzblase der Limacinen nicht befremden, welche, würde der Fuss rudimentär, eine analoge Lage zeigen würde. Dass der Dottersack überhaupt ein äusserer bleibt und nicht, wie der Nahrungsdotter der Arthropoden, in den Körper eingeschlossen wird, erklärt sich aus dem Entwickelungstypus der Mollusken, bei denen nicht, wie bei den Arthropoden, eine mittelbare Hölenbildung auftrat, sondern wo die Organe ursprünglich die ihnen eigenen Lagenverhältnisse zeigen. Wie die Erscheinungen bei den Wirbelthieren zu Stande kommen, werden die nächsten §§. zeigen.

§. 60.

Wirbelthiere im Allgemeinen.

Wie wir die morphologischen Behaftungen des Arthropoden- und Molluskenkörpers in ausgesprochener Weise schon im Eie dieser Thiere wiederfanden, — wie das aus einzelnen hintereinander gelegenen Segmenten bestehende Arthropod sehr zeitig an dem Primitivtheil diese Gliederung erkennen liess, während das Mollusk die Hauptabtheilungen seines Körpers an der für sie bestimmten Stelle im Eie schon erhielt, — so sehen wir bei den Wirbelthieren, deren Körper eine wundervolle Vereinigung dieser beiden morphologischen Typen besitzt, auch schon im Eie die jedem dieser Typen zukommenden Eigenthümlichkeiten auftreten. Während die animalen Systeme überall flächenhaft angelegt werden und durch Umwachsen Hölen bilden, erscheinen die Hauptsysteme des vegetativen Lebens mit wenigen auf die Verhältnisse der Bebrütung sich beziehenden Modificationen als massige Anlagen an der ihnen zukommenden Stelle des Embryonalkörpers. Mit der Vereinigung dieser beiden Typen ist aber ein solches Verwachsen derselben gegeben, dass jeder vom anderen wesentlich influenziert wird, so dass eben der eigenthümliche Wirbelthiertypus resultiert. Ist nun auch die Entwickelung in ihren wesentlichsten Zügen bei allen Thieren dieser Abtheilung übereinstimmender als vielleicht in irgend einer anderen Classe des Thierreiches, so tritt doch ein wichtiges Moment in zwei verschiedenen Modificationen auf, so dass im Allgemeinen zwei Classen gebildet werden, deren Entwickelung im Ganzen um so mehr von einander

Digitized by Google

abweicht, je unbedeutender die Verschiedenheiten dieser Gruppen sind. Es betrift jenes Moment die Beziehung des Embryo zum umgebenden Medium, mag dieses der mütterliche Körper oder die Aussenwelt sein. Wie die Versuche bei vielen wirbellosen Thieren nachgewiesen haben, dass ohne Zutritt der äusseren respirabeln Luft keine Entwickelung vor sich geht, so sehen wir bei den Wirbelthieren zuweilen besondere Einrichtungen auftreten, welche jenes embryonale Athmen, d. h. den Zutritt äusserer notwendiger Einwirkungen vermitteln. In der einen Abtheilung derselben nämlich werden hierzu keine besonderen Mittel verwendet, die Oberfläche des aus Zellen bestehenden Embryo nimt entweder direct oder mittelst an derselben sich entwickelnder Gefässe das Nöthige von aussen auf; die zweite Abtheilung ist dagegen durch den Besitz eigenthümlicher, nur während des Eilebens vorhandener Einrichtuugen ausgezeichnet, welche, von bestimmten Systemen des Embryonalkörpers ausgehend, sich zu provisorischen, nicht in den Körper selbst eingehenden Hüllen gebildet werden. Die eine hiervon ist gefässlos und dient dem Embryo nur als Hülle und als Rahmen, auf dem die dem zweiten Gebilde angehörigen Gefässe an die Oberfläche des Eies getragen werden; dies ist das Amnios. Die zweite ist die Allantois; sie trägt die Gefässe an die Oberfläche der ersteren, breitet sich an dieser aus und bildet auf verschiedene Weise die besonders bei den Säugethieren eine ziemliche Mannichfaltigkeit zeigende Placentarverbindung des Embryo mit der Mutter. Zu der ersten Abtheilung der Wirbelthiere, welche sich ohne Amnios und Allantois entwickeln, gehören die Fische und Amphibien, zu der zweiten mit jenen embryonalen Gebilden die Reptilien, Vögel und Säugethiere. Mit diesem Unterschiede geht ein anderer, in morphologischer Beziehung zum ersten stehender Hand in Hand, welcher die Anlage der einzelnen Organe betrift. Bei den Fischen und Amphibien, besonders deutlich bei letzteren, bilden sich die einzelnen Organanlagen direct aus dem Dotter ohne vorhergehendes flächenartiges Gruppiren der Dotterelemente, bei den übrigen drei Classen bedingt das morphogische Auftreten des Amnios und der Allantois ein Zerfallen des Keims in Blätter, welche bekanntlich schon *Pander* sah Geht auch der Anlage der einzelnen Organe beim Fisch- und Froschei eine durch regeres Zellenleben bedingte Verdichtung der peripherischen Dotterlagen voraus, so ist dies doch von der Bildung wirklicher Blätter verschieden, was besonders die Entwickelung des Frosches, verglichen mit der des Hühnchens, lehrt. Eine Trennung der zum Theil flächenartig das Ei bedeckenden Keimschicht in ein animales

Digitized by Google

und vegetatives Blatt, welche man gewöhnlich annimt, ist nur dadurch gerechtfertigt, dass von der Keimscheibe zuerst die animalen Organanlagen gesondert werden, während die Keimscheibe unter diesen die Summe der übrigen nach und nach sich differenzirenden Organe enthält. Es ist übrigens einleuchtend, dass der Übergang zur wirklichen Blätterbildung sehr allmählich ist, da wir z. B. bei den Fischen, wo der Nahrungsdotter von der Darmschleimhaut und der Darmwand selbst umwachsen wird, gleichzeitig an ihm die Gefässausbreitung, welche später in die Leber aufgenommen wird, sehen, so dass hier eine Schicht mehrere Organanlagen enthält. Bei der Betrachtung der Entwickelung der einzelnen Classen werde ich daher nur da die Blattbildung besonders hervorheben, wo dieselbe zweifellos deutlich wird, wie beim Hühnchen, Säugethier u. s. w.

Wie überall, so beginnt die Entwickelungsthätigkeit im Eie mit der Einleitung zur Zellenbildung, der Furchung oder Dottertheilung. Auf dieselbe folgt auch hier die Bildung der häufig flimmernden Umhüllungshaut, welche jedoch zuweilen erst mit den späteren Organanlagen auftritt. Überall schwindet jedoch mit ihrer Bildung die Dotterhaut. Was nun den Aufbau des Körpers selbst betrift, so erscheint zuerst ein der Rückenfläche des Thieres entsprechender Primitivtheil, welcher vorzüglich die Elemente des Centralnervensystems und der dieses zunächst umgebenden Hüllen enthält. Unter demselben entsteht als unpaares Gebilde die Grundlage der Wirbelsäule, die ungegliederte *chorda dorsalis*, neben ihr die Anlagen des Wirbelsystems, des knöchernen sowol als der zugehörigen Muskeln, noch weiter nach aussen endlich das gleichfalls zuerst eine Längswulst darstellende Hautsystem. Noch weiter nach der centralen Dottermasse werden die Primitivorgane des vegetativen Lebens angelegt, in der Mitte die Aorta, seitlich die sehr bald auftretenden Wolff'schen Körper, ferner die Leber. Endlich die Oberfläche des Dotters selbst berührend findet sich am Tiefsten am Embryo die Anlage der Darmschleimhaut, als das Centralorgan der vegetativen Systeme. Zwischen den beiden Centralorganen, dem Centralnervensystem und der assimilirenden Darmschleimhaut, finden sich daher sämtliche assistirende Primitivorgane. In der Anlage dieser letzteren wird nun besonders der Unterschied zwischen den beiden Entwickelungsweisen gegeben, indem sie sämtlich bei den Fischen und Amphibien direct aus dem Dotter angelegt werden, während sie bei den übrigen das mittlere Keimblatt darstellen, welches im Gegensatz zum äusseren serösen, und inneren, dem Schleimblatt, das Gefässblatt heisst, da es sich bei diesen Thieren über die Peripherie des Keims auf den Dotter fortsetzt, eine

Verlängerung der embryonalen Gefässausbreitung diesem näher bringend (s. die einzelnen Classen). Die Anlagen der Centralorgane treten nun ursprünglich flächenartig ausgebreitet auf; die am Wirbelthierkörper sich findenden Körperhölen entstehen dadurch, dass sich diese Anlagen nach oben und unten umbiegen, um sich endlich auf der obern und untern Mittellinie zu treffen und so die übrigen Organe einzuschliessen. Es zeigen sich so auf dem Rücken die Rückenwülste, entsprechend der seitlichen Hälfte des Centralnervensystems, welchen bald ähnliche Erhebungen des Wirbel- und Hautsystems folgen. Von letzteren gehen jedoch gleichzeitig Bauchplatten nach unten als erste Anlagen der seitlichen Wandungen des unteren Wirbelcanals. Zu derselben Zeit erscheinen aber auch neue Anlagen neben den vorhandenen, so das Herz (in Folge einer Krümmung des Embryo oder direct) an der vorderen Leibeswand, die Schleimhaut bildet die Darmplatten; wo Lungenathmung eintritt, zeigen sich die Lungen bald als solide Zellenanlagen zu Seiten der Aorta u. s. w. Während auf diese Weise die Dottermasse sich in die einzelnen Organanlagen theilt, schreitet die Differenzirung in den schon vorhandenen allmählich vorwärts. Das Centralnervensystem beginnt einen Unterschied zwischen Gehirn und Rückenmark erkennen zu lassen; an ihm treten die Sinneskapseln auf; das Kopfende zeichnet sich durch Bildung der Kiemenspalten und der damit verbundenen Gefässanordnung aus; das Herz wird hol und beginnt seine Contractionen. Hat endlich der Embryo in Folge noch weiterer Veränderungen einigermaassen die Form eines Wirbelthieres erreicht, so wird er geboren, natürlich in den verschiedenen Classen auf verschiedenen Stufen der Entwickelung, jedoch nur bei einer Abtheilung der Amphibien mit provisorischen Organen versehen. Bei letzteren findet daher allein eine Metamorphose statt; indess gleichfalls nicht bei allen Amphibien, da bei einigen die, für andere provisorischen, Organe persistiren.

§. 61.

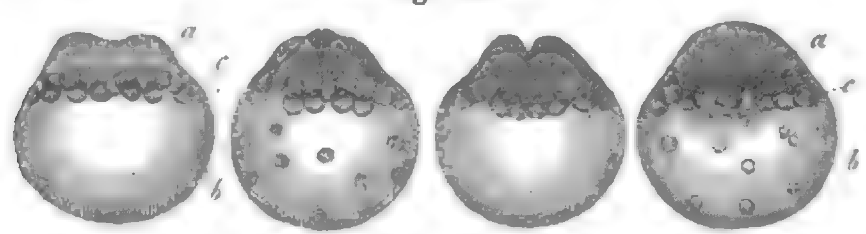
Fische.

Die Eier der Fische[1]) bestehen sämtlich aus Bildungs- und Nahrungsdotter. Ihre Bildungsweise wurde früher besprochen. Die Befruchtung geschieht meist im Wasser ausserhalb des mütterlichen Körpers; nur wenig lebendiggebärende Gattungen der Knochenfische

1) Vergl. über die Entwickelungsgeschichte der Fische *v. Baer*, Über Entwickelung der Thiere, 2. Theil; derselben Untersuchungen zur Entwickelung der Fische, Leipz. 1835; *Vogt*, *Embryologie des Salmones*, *Neuchatel* 1842.

(Blennius, Anableps, einige Welse) scheinen eine innere Befruchtung zu haben, welche bei den sich einer wirklichen Begattung erfreuenden Plagiostomen sicher ist. In den gelegten Eiern ist das Keimbläschen meist geschwunden, der Bildungsdotter auf der sogenannten Keimscheibe concentriert. Stets sind Öltropfen im Eie sichtbar, welche entweder in der Nähe der Keimscheibe oder entfernt von ihr zuweilen in einen grösseren Tropfen zusammenfliessen. In manchen Fällen bedingen sie durch ihre specifische Leichtigkeit das Nachobengerichtetsein des Keims, welcher jedoch in anderen Fällen unbeschadet seiner Entwickelungsfähigkeit nach unten herabhängt. Entsprechend ihrer Zusammensetzung erleiden die Fischeier nur einen partiellen Furchungsprocess, welcher auf die Keimscheibe beschränkt ist.

Fig. 79.



Zuweilen ist der Keim durch eine nur Flüssigkeit enthaltende Höle vom Dotter geschieden, welche jedoch in anderen Eiern mehr das Centrum der Dotterkugel einnimt. Die Keimscheibe, welche während der Furchung etwas erhaben war, sinkt nach derselben zusammen und beginnt den Dotter zu umwachsen, was jedoch nicht bei allen Fischen vollständig und in entsprechenden Zeiträumen geschieht. Auch bei den Fischen hat man Rotation der Eier beobachtet und *Rusconi* gibt auch Wimpern als ihre Ursache an, welche jedoch neuerdings *Aubert*[2]) beim Hechtei nicht wiederfinden konte. Die Keimscheibe lässt nun bald einen Unterschied zwischen centralem und peripherischem Theile erkennen. An dem centralen Theile der Keimscheibe und zwar an der Stelle, von welcher sich dieselbe auszubreiten begann, tritt die erste Embryonalanlage in Form eines sich leicht erhebenden Streifens auf, welcher durch eine mittlere Furche sich bald als aus zwei Seitenhälften zusammengesetzt zeigt. Diese erheben sich und bilden die Rückenwülste, welche den Dotter fast ganz reifenartig umschlies-

2) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. p. 96. Nach *Aubert* finden sich beim Hechteie sogar Drehungen ehe der Dotter sich zu furchen begonnen hat. Rühren diese nicht bloss von endosmotischen Erscheinungen her und sind sie wol den gewöhnlichen Rotationen zu parallelisiren?

Fig. 79. Eier von *Coregonus Palaea Cuv.* auf verschiedenen Stadien der Furchung; *a* Keimscheibe (Bildungsdotter), *b* Nahrungsdotter, *c* Öltropfen. Nach *Vogt.*

Digitized by Google

sen. Es stellen diese Rückenwülste die Anlage des Centralnervensystems dar, welches auch bald das Gehirn als vordere Erweiterung und Anschwellung im Gegensatz zu dem schmäler bleibenden Rückenmarke erkennen lässt. Während sich dieselben immer mehr erheben und mit ihren oberen (äusseren) Rändern sich nähern, tritt in der Mittellinie unter ihnen die *chorda dorsalis* auf, ein aus Zellen gebildeter solider Strang, welcher, später von zwei fibrösen Häuten eingeschlossen, mit diesen in verschiedener Weise an der Bildung der Wirbelsäule sich betheiligt. Ziemlich zu derselben Zeit erscheinen neben den Rückenwülsten ursprünglich als zarte Streifen angelegt die Urwirbelplatten, welche die Elemente der peripherischen Wirbeltheile, der Muskelabtheilungen und nach aussen streifenartig mit ihnen verbunden die Anlage der künftigen Haut enthalten. Die ganze Embryonalanlage ist zu dieser Zeit verlängert, so dass der Schwanz sich etwas von der Dotterkugel abhebt, während der Kopf durch seine grössere Anschwellung etwas vom Dotter getrennt wird. Nach und nach entstehen nun die Primitivorgane des Blutsystems, und zwar zunächst unter der *chorda dorsalis* die Aorta mit den ihr bald folgenden, seitlich von ihr gelegenen Wolff'schen Körpern, den Primordialnieren. Diese anfangs soliden Anlagen erhalten ihre Hölungen erst nach und nach durch Verflüssigung. Zur Bildung des Herzens, welches an der Bauchfläche des künftigen Thieres zu liegen hat, bedarf es einer vorbereitenden Lagenänderung. Wir sehen hier die unter dem Kopfende des Embryos gelegene Partie der Keimscheibe sich gegen den Dotter umbiegen, wodurch der Kopf selbst an das eine Ende der Längsachse gerückt wird, und an der Spitze dieser Umbiegung von dem sich nach oben und unten über den Embryonalkörper ausbreitenden Hautsysteme bedeckt entsteht das Herz als solide Zellenanlage, welche jedoch bald hol wird, die Form eines leicht gewundenen Schlauchs annimt und bald mit grösseren Gefässen in Verbindung tritt. Zeigt ein Embryo die Anlage des Herzens, dann sind auch schon andere Veränderungen

Fig. 80.

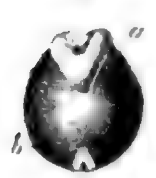


Fig. 81.

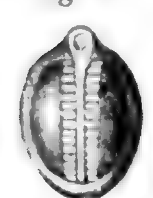


Fig. 82.

Fig. 80. Embryo von *Cyprinus Blicca* von der Bauchseite mit erhobnen Rückenleisten u. vorderer Anschwellung; *a* Vorderende, *b* Hinterende. — Nach *v. Baer*.

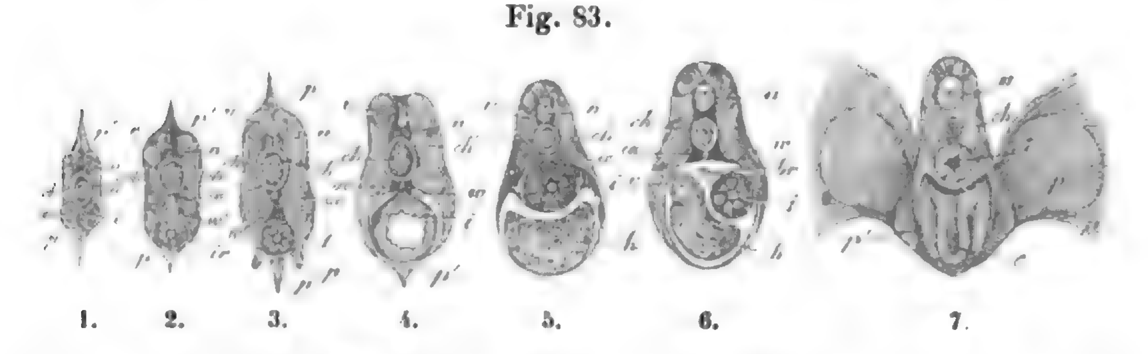
Fig. 81. Etwas älterer Embryo desselben Fisches mit den Urwirbelplatten.

Fig. 82. *Cyprinus Blicca*: *c* Stelle, wo das Herz entsteht; s. den Text.

an ihm sichtbar geworden. Zunächst sind die ursprünglichen Rückenwülste als Nervenröhre geschlossen; das Gehirn zeigt schon eine Reihe auf die einzelnen Hirntheile bezüglicher Anschwellungen; an der hintersten von diesen ist die Anlage des Gehörbläschens, an der vordern die des Auges gegeben. Die Urwirbelplatten haben Fortsätze nach oben zur Umwachsung des Nervenrohrs und nach unten zur Bildung der seitlichen Leibeswandungen, vorn zur Bildung der unteren Schädelwirbelbogen, am Schwanze dagegen zur vollständigen Schliessung des unteren Wirbelcanals, in dem die Fortsetzung der Aorta liegt, abgesendet, welche aussen von der Haut überzogen sind. In den Gefässen ist eine Bewegung der eingeschlossenen, das embryonale Blut darstellenden Flüssigkeit aufgetreten. Während die unter der Aorta und den Wolff'schen Körpern gelegenen Dotterelemente zur Bildung der oberen und seitlichen Darmwandungen namentlich der Darmschleimhaut verwandt werden, welche bald das Darmrohr bis auf eine Längsspalte vom Nahrungsdotter abtrennen, sich jedoch in dem peripherischen Theile der Keimschicht auf die Oberfläche des Nahrungsdotters fortsetzen, entwickelt sich das Gefässsystem immer weiter. Zwischen der ursprünglich an der Bauchseite des Kopfes auftretenden Mundspalte und der Anlage des Herzens bilden sich in der hier gelegenen Keimschicht hintereinander liegende Spalten, die Kiemenspalten. An den zwischen ihnen gelegenen Kiemenbögen entwickeln sich Gefässe, welche unten mit dem Herzen, oben mit der Aorta in Verbindung treten. Schon vorher jedoch hat sich auf der dem Herzen zunächst liegenden Dotteroberfläche des peripherischen Theils der Keimschicht ein Gefässkreis entwickelt, dessen Ausbildung bei verschiedenen Arten verschieden verfolgt wird. Während nämlich die bis jetzt betrachteten Entwickelungserscheinungen überall gleich verlaufen, zeigt sich darin ein verschiedenes Verhalten, dass die ganze Embryonalanlage entweder den Nahrungsdotter sehr bald ganz einschliesst, so dass sich der noch nicht verbrauchte Rest desselben als innerer Dottersack am Darme findet von einer Fortsetzung der Haut desselben umgeben, oder dass sich der Embryo vom Nahrungsdotter abschnürt und nur mit einem weitern oder engern, die Dotterhöle mit dem Darme verbindenden Gange an ihm befestigt scheint. Dieser äussere Dottersack (Plagiostomen, Blennius, Coregonus) wird nun dadurch wichtig, dass er an seiner Oberfläche, welche, wie ursprünglich von der Umhüllungshaut, so später von einem Theile der Keimscheibe selbst umwachsen, Gefässe erhält, welche in den ersten Entwickelungsstadien des Blutlebens die Athmung vermitteln. Bei *Mustelus laevis* erhält er ausserdem an der gefässreichen Oberfläche

nach innen vorspringende Falten, welche sich im Uterus dieser Haie an dessen gleichfalls äusserst gefässreiche Schleimhautfalten so dicht anlegen, dass hier ein Verkehr zwischen mütterlichem und embryonalem Blute ermöglicht und so eine wirkliche Dotterplacenta gebildet wird [3]). Der äussere oder innere Dottersack wird allmählich zur weiteren Ausbildung der Embryonalorgane verbraucht; ein Gefässnetz, welches von der Bauchaorta entspringende zuleitende und sich nach Bildung eines Netzes in rückleitende nach dem Herzen führende Gefässe geschieden hat, wird bei seiner gradweisen Verkleinerung und Aufnahme in den Embryonalkörper nach und nach in die Leber hineingezogen, welche auf diese Weise ihre Pfortadercirculation erhält. Die erste Anlage dieser entstand als solide Zellenlage zwischen dem Herzen und dem Dottergange aus den sich hier umbiegenden Darmwandungen durch Verdickung und Individualisirung dieser, ziemlich zu derselben Zeit, wo die Darmplatten das Darmrohr zu bilden begannen. Ist letzteres vollendet, so tritt am hinteren Ende die Afterspalte auf. — Hat auf diese Weise der Embryo die Gestalt eines Fischchens erlangt, so wird er geboren, meist noch einen Rest des Nahrungsdotters zuweilen als einen durch den Nabel nach innen gleitenden Dottersack mit sich nehmend, welcher jedoch bald schwindet.

Fig. 83.



Das topographische Verhältnis der einzelnen Organe entspricht völlig dem erwachsenen Thiere, wie Querschnitte lehren. Auch finden

---

3) s. ausser *Joh. Müller's* Abhandlung über den glatten Hai des Aristoteles (Abhdlg. d. Berlin. Akad. 1840, phys. Kl. p. 187) besonders *Leydig's* Angaben in dessen Beiträgen z. mikroskop. Anat. u. Entwickelungsgesch. d. Rochen u. Haie. Leipz. 1852. p. 111.

Fig. 83. Querschnitte durch den Körper eines 6 Wochen alten *Coregonus Palaea;* 1. vom Schwanze hinter der Afteröffnung, 2. unmittelbar vor derselben, 3. von der Gegend der Bauchflossen, 4. hinter der Leber, 5. hinterer Theil der Leber, 6. in der Gegend des vorderen Theils der Leber, 7. schräg durch das Herz und die Brustflosse: *ch chorda dorsalis, ch'* deren Scheide, *n* Centralnervensystem, *r* Wirbelplatten, *ao* Aorta, *i* Darm, *ir* Mastdarm, *w* Wolff'sche Körper, *w'* deren Ausführungsgang, *h* Leber, *br* Schwimmblase, *c* Herz, *p* Flossen, *p'* Fett- oder Embryonalflossen. — Nach *Vogt*.

sich nirgends provisorische Organe, welche nach der Geburt noch persistierten. Sämtliche weiteren Veränderungen entsprechen Entfaltungen schon vorhandener Anlagen. So wachsen allmählich in die von blosser Haut gebildeten Rücken- und Schwanzflossen die Strahlen hinein, d. h. die zwischen den beiden Hautlamellen enthaltenen Bildungszellen differenziren sich vom Körper aus histiologisch weiter; ähnlich ist die Ausbildung der Extremitäten; so verwachsen allmählich die grossen Brustflossen der Rochen mit den seitlichen Rändern des Kopfes zur Bildung der grossen Flossen. Am letzten endlich, wenn alle übrigen Organe bereits angelegt und eine ziemliche Stufe weiterer Differenzirung erlangt haben, entstehen die Generationsorgane, ursprünglich gleich für beide Geschlechter und sich erst später in männliche und weibliche sondernd. — Es ist, wie wir sehen, selbst die Zahl der ausschliesslich embryonalen Einrichtungen sehr gering, indem hierher nur die Circulation auf dem Dottersacke gehören dürfte, welche jedoch, wenn auch anders verwendet, später noch existiert. Nur eine Abtheilung der Fische, die Plagiostomen, entwickeln besondere embryonale Gebilde. An den Rändern der Kiemenspalten treten nämlich ausser den eigentlichen Kiemenblättchen fadenförmige Kiemen auf, welche, durch die Kiemenspalten nach aussen tretend, büschelartige Fortsätze bilden, bei der Geburt jedoch schwinden. Die übrigen Verschiedenheiten in der Entwickelung der Plagiostomen beziehen sich, ausser dem schon erwähnten *Mustelus laevis*, vorzüglich auf die Bildung der Eischalen und ihr längeres oder kürzeres Verweilen im mütterlichen Körper, welche beide Momente jedoch in Bezug auf die morphologische Ausbildung des Embryo ohne Belang sind.

§. 62.

Amphibien.

Die Thiere dieser Abtheilung zeichnen sich bekanntlich dadurch aus, dass sie sämtlich die früheren Entwickelungszustände im Wasser durchlaufen[1]), dies Medium aber später entweder für immer oder

1) Merkwürdig sind die Angaben von *Jos. Lowe*, welche *L. Jenyns*, der verdienstvolle Verfasser des „*Manual of British Vertebrate Animals*“, theilweise bestätigte, dass Frösche und Kröten in einem so frühen Entwickelungszustande an völlig trockenen Localitäten gefunden werden, dass der Gedanke an ein Lebendiggebären dieser Thiere oder die Möglichkeit ihrer Entwickelung ohne Larvenstadium sehr wahrscheinlich werde; s. *Annals of nat. hist.* 2. *Ser. Vol. XI. p.* 341 u. 482.

Digitized by Google

durch eine eigenthümliche Dualität ihrer Athemorgane nach Belieben mit der Luft vertauschen. Dieser in der Entwickelung ausgesprochene amphibiotische Charakter trägt sich natürlich auch auf ihre organologische Bildung über; die Athemorgane werden erst zum Wasserathmen, später zum Luftathmen eingerichtet sein. Hierdurch ist der Hinweis auf eine möglicherweise auftretende Metamorphose gegeben, bei welcher sich die Behaftungen des Wasserthieres als provisorische Organe herausstellen würden; und eine solche tritt denn auch bekanntlich bei gewissen Amphibien auf. Nirgends ist jedoch der Übergang zu der einfachen Entwickelungsweise allmählicher gegeben, indem andere Amphibien nur insofern eine Metamorphose erleiden, als sie die äusseren Kiemenbüschel, welche wir schon bei den Haien auftreten sahen, später verlieren [2]), während es endlich Formen gibt, welche auch diese behalten, also gar keine Metamorphose zeigen [3]).

Die Eier der meisten Amphibien besitzen nur Bildungsdotter, selten ausser diesem noch Nahrungsdotter (z. B. Alytes). Die Furchung ist daher meist eine totale. Es bildet sich, nachdem das Keimbläschen geschwunden ist, die erste Embryonalzelle mit neuem Kerne. Nachdem sich dieser getheilt hat, tritt die erste, das Ei in zwei Hemisphären (eine östliche und westliche) trennende Furche auf, welcher bald eine zweite, die erste in den Polen schneidende,

Fig. 84.

folgt. Hierauf kömt eine Aequatorialfurche und dann immer neue, den Meridianen und Parallelkreisen entsprechende. Die Dotterthei-

2) Auch hier bestehen wieder Übergänge, wie z. B. bei Alytes schon in den Eihüllen die äusseren Kiemen verliert.

3) Über die Entwickelung dieser Classe vergl. *Rusconi's* Arbeiten (*Amours des Salamandres etc. Milan* 1821. *Développement de la Grenouille. Ibid.* 1828). *Reichert*, das Entwickelungsleben im Wirbelthierreiche, Berlin 1840; *C. Vogt*, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Geburtshelferkröte, Solothurn 1842; sowie die Angaben *v. Baer's* in seinem Hauptwerke.

Fig. 84. Froscheier auf verschiedenen Stadien der Furchung: *a* Aequatorialfurche, *d* thätiger Eipol, *f* Falten an den Rändern der Furchungskugeln.

lung schreitet aber nicht überall an allen Theilen des Eies mit gleichmässiger Geschwindigkeit weiter, indem der eine Pol dem anderen meist in mehreren Furchen vorauseilt. Das Ei wird hierbei allmählich himbeerförmig, bis seine Oberfläche wieder glatt wird, wenn die Furchungskugeln die Kleinheit embryonaler Zellen erreicht haben. An dem einen Pole desselben beginnt die Entwickelung mit der Bildung eines durch eine seichte Rinne in zwei Seitenhälften getrennten, länglich ovalen Primitivtheiles, welcher auch hier der Rückenfläche des künftigen Thieres entspricht und, wie bei den Fischen, die Elemente zur Bildung des centralen Nervensystems enthält. Bald sondert sich aber die peripherische Zellenschicht, welche in manchen Fällen schon vorher selbständig auftrat, von ihnen und beginnt als Umhüllungshaut den Dotter zu umwachsen. Die Seitenhälften des Primitivtheils beginnen sich seitlich zu erheben, so dass die ursprüngliche seichte Rinne den Grund der sich nun bildenden Rückenfurche einnimt. Unter dem Centralnervensystem werden auch hier die *chorda dorsalis* in der Mitte, seitlich die Urhälften des Wirbelsystems, nach aussen die Anlage der späteren Haut und deren Anhangsgebilden sichtbar. Der seitlichen Erhebung des Centralnervensystems folgen das Wirbel- und Hautsystem, indem beide Verlängerungen nach oben und unten bilden. Die Umhüllungshaut wird allmählich in die sich oben vereinigende Nervenröhre eingeschlossen. Im Dotter ist während dieser Vorgänge eine unmittelbar unter der Embryonalanlage gelegene Höle aufgetreten, welche die centralen Dottertheile von der peripherischen Schicht trennt. In letzterer ist der eigentliche Sitz der Entwickelungsthätigkeit, indem von ihr aus in derselben Reihenfolge wie beim Fische die einzelnen Anlagen abgehoben werden. Während sich die Ränder der Rückenfurche allmählich ihrer oberen Schlusslinie nähern, hat der Embryo eine

Fig. 85.

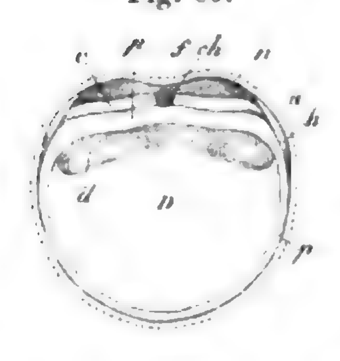


Fig. 86.

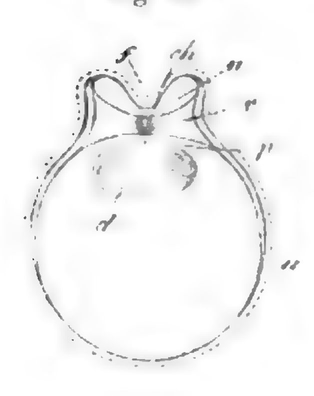


Fig. 85. Durchschnitt eines Froscheies; *u* Umhüllungshaut, *n* Centralnervensystem, *f* primitive Rinne, später den Grund der Rückenfurche bildend, *ch chorda dorsalis*, *v* Urwirbelanlage, *h* Hautsystem; *D* Dotter, *p* dessen peripherische Schicht, *d* Höle in demselben, unter der Keimschicht.

Fig. 86. Etwas älteres Froschei. Die Rückenfurche *f* wird tiefer, das Wirbel- und Hautsystem bilden nach oben und unten Verlängerungen.

gestrecktere Form erlangt. Man sieht seitlich, unter der Haut gelegen, dieselben Abtheilungen des Wirbelsystems, die Wirbelplatten, auftreten, welche, wie beim Fische, nach oben und unten gerichtete Fortsätze bilden. Zu dieser Zeit treten nun aber noch andere Anlagen hinzu, und zwar alle, da der ganze Dotter in den Körper des Embryo eingeht, es also keiner Lagenveränderungen bedurfte, an der in ihnen später eigenen Stelle. Unter der *chorda dorsalis* erscheint die Aorta, neben ihr die Wolff'schen Körper, die den Dotter umgebende Zellenschicht wird Darmschleimhaut. Von ihr sondert sich jedoch vorn die Anlage der Leber, und vor dieser tritt als eine solide Anlage das Herz auf. Über diesem hat auch hier die Anlage des Haut- und Wirbelsystems Spalten erhalten, welche von gefässtragenden Bögen begrenzt werden, den Kiemenbögen. Die freien Ränder dieser letzteren, deren Gefässe, wie beim Fisch, unten mit dem Herzen, oben mit der Aorta communiciren, entwickeln freie Kiemenfäden, welche, sich fingerförmig theilend, durch die Kiemenspalten nach aussen treten. Während auf diese Weise für die Wasserathmung des künftigen Thieres gesorgt wird, bilden sich zu den Seiten des Brusttheils der Aorta als solide Anhangsgebilde des vorderen Darmtheils die Anlagen der späteren Lungen. Jetzt hat der Embryo die ungefähre Gestalt eines Fischchens erhalten; ein vom Dotter nicht mehr erfüllter, frei sich verlängernder Schwanz zeigt den doppelten Schluss der oberen und unteren Wirbelröhre; der Kopf, in welchem die einzelnen Gehirnabtheilungen sich deutlich markiren, mit den Anlagen der Sinnesorgane, trägt nach unten die spaltenförmige Mundöffnung. Der anfangs gerade Darm erhält von zwei Seiten her Einschnürungen und so die erste Andeutung einer Krümmung; seine letzte Abtheilung öffnet sich unter dem Schwanze im After. Der Embryo wird nun entweder auf diesem Stadium geboren und behält diese Form mit geringeren späteren Veränderungen während des ganzen Lebens, oder die äusseren Kiemen schwinden schon vorher. Letztere werden dabei von einer von der ersten Kiemenspalte aus nach hinten wachsenden Hautfalte allmählich bedeckt und zum Schwinden gebracht, während sich an den Kiemenbögen innere Kiemen bilden, entweder nur als reiches Hautgefässnetz oder in wirkliche Blättchen

Fig. 87.

Fig. 87. Froschembryo; *n* Centralnervensystem, *ce* Gehirn, *oc* Anlage des Auges, *v* Wirbelplatten, *W* Wolff'sche Körper, *h* Leber, *c* Herz, *br* Kiemenbögen, *o* Mund.

Digitized by Google

erhoben. Bei denen, welche später auch diese Kiemen verlieren, stösst der häutige Kiemendeckel an die äussere Haut, verwächst mit ihr und schliesst auf diese Weise die Kiemenhöle ganz ab. Bei anderen bleiben Spalten, welche in die mit einer gefässreichen Haut versehene Kiemenhöle führen. Die weiteren Veränderungen hängen nun ganz von der Form des entwickelten Thieres ab; dasselbe bleibt entweder fusslos oder es bilden sich Füsse, die als Fortsätze des Wirbelsystems die äussere Haut vor sich her schieben; der Schwanz persistiert oder verkümmert von seiner Spitze an u. s. w.

§. 63.

Reptilien.

Sahen wir in den beiden ersten Wirbelthierclassen die Embryonalathmung entweder nur durch die gefässreiche peripherische Ausbreitung der Keimschicht oder durch äussere Kiemen vermittelt werden, so beginnt mit den Reptilien die Reihe derjenigen Vertebraten, welche, wie erwähnt, durch den Besitz zweier embryonaler Hüllen ausgezeichnet waren. Die eine hiervon ist als die Vermittlerin des respiratorischen Vorganges im Eie anzusehen, die Allantois, während die andere, das Amnios, nur eine eigenthümliche, das Gefässnetz der ersten tragenden oder unterstützenden Hülle ist. Wie sich nach dem ersten Plane Eier mit und ohne Nahrungsdotter entwickelten, so finden wir auch hier bald nur Bildungsdotter (Säugethiere), bald Nahrungsdotter (Vögel und Reptilien). Ihrer Zusammensetzung nach ist von den Eiern der Reptilien zu erwarten, dass sie sich nur partiell furchen, wofür das ursprüngliche Verhältnis des Keimes spricht. Direct beobachtet hat man sie jedoch noch nicht[1]). Die auf die Furchung folgenden Vorgänge an dem Bildungsdotter stimmen nun vollständig mit denen am Vogelei in allen Stadien beobachteten überein. Der Keim wird oval, zeigt eine primitive seichte Rinne und zu deren Seiten die Urhälften des Centralnervensystems. Er scheidet sich jedoch bald in eine mittlere durchsichtige und eine opakere, den Nahrungsdotter allmählich umwachsende, später Gefässe tragende Scheibe, von denen die erste der Fruchthof, *area pellucida*, die letztere *area vasculosa* genannt wird.

1) Über Entwickelung der Reptilien vergl. *A. W. Volkmann*, *De colubri natricis generatione. Lipsiae* 1834. *Rathke*, Entwickelungsgeschichte der Natter (*Coluber natrix*) Königsberg 1839. Derselbe, Über die Entwickelung der Schildkröten. Braunschweig 1848.

Digitized by Google

Genauer betrachtet, nimt jedoch nicht der ganze Keim an dieser peripherischen Ausbreitung Theil. Die seitlichen Hälften des Centralnervensystems erheben sich nämlich auch hier zur Bildung der Rückenfurche; in der Mitte, unter letzterer, wird die *chorda dorsalis* angelegt, zu beiden Seiten dieser das Wirbel- und Hautsystem, welche letztere bald beginnen, das Nervensystem nach oben zu umwachsen. Die Primitivorgane des animalen Lebens sind auf diese Weise angelegt. Unmittelbar auf der Oberfläche des Nahrungsdotters, als unterste Schicht des Keims, tritt die Anlage der Darmschleimhaut flächenartig auf, so dass zwischen ihr und den schon angelegten animalen Organen eine Keimschicht übrig bleibt, welche die Elemente der späteren Systeme, besonders des Gefässsystems, enthält. Es ist dies das mittlere Blatt des Keims, welches ursprünglich die Anlage des Wirbelsystems ebenfalls enthielt, *Reichert's membrana intermedia, v. Baer's* Gefässblatt. Dieses bildet die *area vasculosa;* jedoch nicht allein. Auch hier hat sich nämlich (so wenigstens bei den gleich zu betrachtenden Vögeln) die peripherische Zellenschicht von der primitiven Anlage des Nervensystems abgehoben und zunächst als seröse Hülle *v. Baer's, Reichert's* Umhüllungshaut allmählich den ganzen Dotter umwachsen. Umhüllungshaut und peripherischer Theil der *membrana intermedia* (seröse Hülle und Gefässblatt) umwachsen daher den Dotter, letzterer jedoch nur theilweise. An der Keimstelle selbst treten nun in derselben Anordnung und Reihenfolge wie bei Fischen und Amphibien die einzelnen Organanlagen auf; jedoch zeigen sich schon sehr früh die den höheren drei Wirbelthierclassen eigenen Verhältnisse. Sind nämlich in dem Wirbelsystem die Urwirbelplatten aufgetreten, hat sich die Nervenröhre schon geschlossen und am Vorderende in die den Hirnabtheilungen entsprechenden Anschwellungen differenziert, so beugt sich das Vorderende des Embryo vor der Spitze der hier nur bis an das vordere Körperende reichenden *chorda dorsalis* stark nach unten in der sogenannten Kopfbeuge; den Scheitelpunkt bildet dann die dem Mittelhirn gehörige Auftreibung des Centralnervensystems. Es ist diese Kopfbeuge unabhängig von der Bildung des Herzens, welche schon früher durch

Fig. 88.

Fig. 88. Kopfende eines Embryo von *Emys europaea*, im Längendurchschnitt; *a* Wandung des Kopfes, *b* Wandung des Gehirns, *c* Eingang aus der Hirnhöle in das Auge und *d* in das Ohrbläschen, *e* Fortsatz der Mundhaut, der *gland. pituitaria* entsprechend, *f* vorderes Ende der Chorda, *g* vorderes Ende der Chordenscheide, Schädelbalken. — Nach *Rathke*.

Digitized by Google

eine am Vorderrande des Embryo auftretende Umbiegung der *membrana intermedia* eingeleitet wurde, an deren Spitze auch hier das Herz an seiner künftigen Stelle angelegt wird. Die zweite Eigenthümlichkeit bedingt die Bildung des Amnios. Wie schon öfter erwähnt, liegt zunächst neben der Wirbelanlage die des Hautsystems. Während dies den Embryonalkörper nach oben zu umwachsen beginnt, biegt sich sein nach unten rückender Rand nach aussen aufwärts, überwächst zunächst den nach unten knickenden Kopf als Kopfkappe, bald auch den Schwanz (s. Fig. 93), die Seitenränder erreichen gleichfalls bald den Rücken, so dass dieser freie Rand ein dem Körper entsprechendes Oval bildet, welches über dem Rücken immer kleiner wird, bis sich endlich die Öffnung ganz schliesst. Während dieser Veränderungen gehen nun aber noch andere am Keime vor; zunächst bilden sich in der peripherischen Ausbreitung der *membrana intermedia* Blutinseln, welche allmählich zu Gefässen zusammenmünden und durch zwei *vasa omphalomesaraica* mit dem unteren Ende des Herzens in Verbindung treten. Unter der Chorda in der Mittellinie war aus der *membrana intermedia* die Aorta, zu deren Seiten die Wolff'schen Körper gebildet. Die anfangs eine nach unten offene Rinne bildende Darmschleimhaut beginnt, während sie durch ein Mesenterium an der *membrana intermedia* befestigt bleibt, sich zu einem Rohre abzuschliessen, welches bald nur durch eine Spalte mit dem Dottersacke, auf den sich die Schleimhaut theilweise erstreckt, in Verbindung steht. Gleichzeitig schnürt die äussere Haut mit den nach unten wachsenden Amniosplatten den Embryo immer mehr vom Dotter ab, welcher dann bald ganz im Amnios eingeschlossen liegt und nur durch den Haut- und Darmnabel mit dem Dotter zusammenhängt. Neben den Darmwandungen (als Ausstülpungen von ihm?) treten die Lungen auf, welche durch eine mittlere, die Stimmlade und Trachea enthaltende Anlage sich in die vordere Wand des Darms öffnen. Ehe dies jedoch so weit gediehen ist, beginnt die Bildung der zweiten physiologisch bedeutenderen Hülle, der Allantois. Am hinteren Ende der Wolff'schen Körper, in der Gegend der hinteren Extremitäten, bildet sich zuerst eine solide knopfförmige Anlage, welche allmählich hohl

Fig. 89.

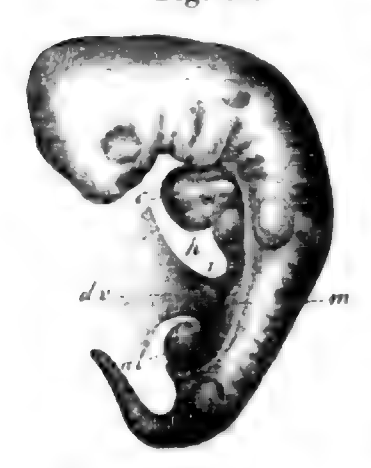


Fig. 89. Ein älterer Embryo von Emys, 6mal vergrössert; *c* Herz, *h* Leber, *i* Darm, *m* Mesenterium, *dr* Dottergang, *al* Allantois.

wird, sich verlängert und zwei Äste der Aorta, die *arteriae umbilicales* erhält. Sie drängt sich dann zwischen Dottergang und Amnios auf dessen äussere Fläche, breitet sich hier zwischen ihm und der Umhüllungshaut und allmählich über den ganzen Dotter zwischen letzterer und dem Gefässhofe aus, so dass auf diese Weise ein vollständiges Gefässnetz an die Oberfläche des Eies gelangt, aus dem das Blut durch die *vena umbilicalis* dem Herzen wieder zugeführt wird. — Was die fernere Entwickelung der Reptilien anlangt, so weicht sie nur in der allmählichen Rückbildung der Kiemenbögen, welche auch hier ganz wie bei den Fischen und Amphibien angelegt werden, von diesen ab. Die Gefässbögen, welche sich oben zur Aorta vereinigen, verschwinden theilweise, indem nur einige derselben bestehen bleiben; die Spalten verwachsen völlig und die Bögen selbst werden vorn zur Bildung einiger Schädeltheile verwandt, während die hinteren verschwinden. Die Nahrungsdotterkugel, welche mit der Ausdehnung des Embryonalkörpers und des Amniossackes kleiner wird, hängt zuletzt nur durch einen engen Dottergang mit dem Darme zusammen. Der Stiel der allmählich verkümmernden Allantois wird zum Urachus, die Nabelgefässe beginnen zu obliteriren und das hiermit erwachende Athembedürfniss veranlasst den Embryo, die Eihüllen zu durchbrechen und die Lungenathmung einzuleiten. Vor der Geburt erreichen übrigens auch die Extremitäten, welche anfangs als seitliche Höcker am Wirbelsystem auftreten und dann weiter wachsend die Haut vor sich her schoben, ihre Form; und auch die anderen erwachsenen Thieren eigenen Behaftungen treten auf, wie Hautschilde u. s. w., erst in weichen, zelligen Anlagen, welche sich allmählich weiter differenziren. Bei der Geburt reisst der, Amnios, Dottergang und Allantois enthaltene Nabelstrang ab und der Nabel heilt ohne Narbe.

§. 64.

Vögel.

Keine Thierclasse ist wol so vielfach und anhaltend auf ihre Entwickelung untersucht worden als die der Vögel, deren Entwickelung uns in mehr als einer Beziehung ganz in die Hand gegeben ist. Es war daher natürlich, dass man im Anfange einer Ausdehnung embryologischer Studien auf andere Wirbelthiere die beim Hühnchen gefundenen Verhältnisse als maassgebend betrachtete, aber freilich auch alles auf das hier Gefundene zurückführen wollte. Sind nun aber auch die Vorgänge im Keime vom ersten Auftreten irgend welcher organologischen Differenzirung an bekannt, so fehlt doch noch

der Nachweis der Dotterfurchung, welche hier, wie bei den Reptilien, partiell sein wird und während des Durchganges des Eies durch den Eileiter vor sich geht. Die erste Entwickelungsveränderung, welche am Keime sichtbar wird, betrift dessen Grösse und Form. Anfangs rund, wird er oval länglich und breitet sich etwas aus, wobei die äusseren Ränder wieder rund werden. In der Dottermasse treten dabei mehrere ringförmige Streifen, die Halonen, auf, welche jedoch später vom Keime bedeckt werden und schwinden. Die mittlere ovale, später biscuitförmige Stelle wird dann durchsichtiger als der sie zunächst umgebende Kreis des Keims, sie bildet den Fruchthof, *area pellucida*, letztere die spätere *area vasculosa*. Die zu dieser Zeit angelegte Umhüllungshaut breitet sich auch über die letztere auf die Dotteroberfläche aus. Sie bildet die die *area vasculosa* aussen begrenzende *area vitellina*, welche allmählich den ganzen Dotter umwächst. Im biscuitförmigen Fruchthof tritt nun die erste Embryonalanlage als zarter, vorn etwas stärker r, hinten fein auslaufender Streifen auf, welcher jedoch, wie Querschnitte zeigen, keine Verdickung des Keims, sondern eine seichte Rinne ist. Sie bezeichnet die Mittellinie des sich nun sondernden, den Fruchthof flächenweis füllenden Centralnervensystems. Die Seitenhälften dieses beginnen bald sich zu erheben, so dass die primitive Rinne den Grund der sich nun bildenden Rückenfurche bildet. Unter derselben erscheint die *chorda dorsalis*, zu deren Seiten die Anlagen des Wirbel- und Hautsystems, auf Querschnitten als distincte Zellenconglomerate sichtbar. Die beiden letzteren senden nun schon während des zweiten Tages Fortsätze nach oben, welche die Rückenplatten bilden, das Centralnervensystem seitlich umgebend. Unter der Chorda wird die Anlage der Aorta mit dem bald sich bildenden Lumen sichtbar. Am Kopfende biegt sich die *membrana intermedia* unter die Embryonalanlage, wodurch der flach mit der Bauchfläche aufliegende Embryo die erste Andeutung der künftigen Eingeweidehöle erhält (Visceralhöle des Kopfes und Halses). In dieser Verlängerung des mittelsten Keimblattes entsteht die Anlage des Herzens. Gleichzeitig beginnt auch die Bildung des Amnios. Dasselbe tritt als nach oben gerichtete Falte des sich seitlich verbreiternden Hautsystems auf, und zwar zuerst an dem nach unten gebeugten Kopfe, welchen es bald als Kopfkappe bedeckt.

Fig. 90.

Fig. 90. Querdurchschnitt des Keims eines 12 Stunden bebrüteten Hühnereies; *a* primitive Rinne, *b* Centralnervensystem, *c* *membrana intermedia*, *d* Schleimhaut, die Umhüllungshaut bedeckt die Anlagen.

Digitized by Google

Fig. 91.

Während es sich weiter erhebt, erscheinen als erste Andeutung der Kiemenbögen (hier meist Visceralbogen genannt) Gefässbögen vom Herzen seitlich nach der Aorta sich aufbiegend. Neben letzterer treten die Anlagen der Wolff'schen Körper und vor der ähnlich wie der Kopf sich nach unten einschlagenden Schwanzspitze, die der Allantois auf. Jetzt erleidet der Kopf die Kopfbeuge, die Leber erscheint hinter dem Herzen, die Darmwand beginnt sich nach unten zu schliessen, wobei die beiden die Schleimhaut an die *membrana intermedia* befestigenden Platten in der Mitte verschmelzen und zum Mesenterium werden. Die weitere Entwickelung schliesst sich nun in Bezug auf die Morphologie und das topographische Verhalten der einzelnen Anlagen genau an die der Reptilien an. Auch hier umwächst die Allantois, die Nabelarterien tragend, den ganzen Dotter; dieser, durch den *ductus vitello-intestinalis* mit dem Darme zusammenhängend, wird allmählich kleiner und endlich durch den Nabel ganz in die Körperhöle eingezogen. Hierdurch schwinden die Dottergefässe, welche auf der kreisrunden *area vasculosa* ein Netz bildeten, das mit einem ringförmigen *sinus terminalis* den äusseren Rand des Gefässhofs bezeichnete. Die Verschiedenheiten in der Entwickelung der Vögel von der der Reptilien, welche vorzüglich in dem schnellem Verdrängtwerden der *chorda dorsalis* und dem rudimentären Schwanze beruhen, sollen gleich noch erwähnt werden.

§. 65.

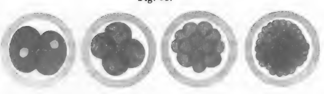
Säugethiere.

An eine Bearbeitung der Entwickelungsgeschichte dieser Thiere war nicht eher zu denken, als bis man das eigentliche Ei kennen lernte. Hatten vielleicht schon *Prévost* und *Dumas* das Ei im Eileiter gesehen, so verkannten sie es doch, und es bleibt *C. E. v. Baer's* Verdienst, dasselbe entdeckt zu haben. Wie aus seiner früher geschilderten Bildungsweise hervorgeht, besteht es nur aus Bildungsdotter. Da die Samenkörperchen bis auf den Eierstock dringen, so tritt das Ei schon befruchtet in die Tuba und furcht sich hier total. Nachdem die Dotterballen auf die Grösse der Embryonalzellen gebracht sind, beginnt die Individualisirung des Embryo mit der Bildung einer

Fig. 91. Querdurchschnitt eines Hühnerembryo in der Höhe des Herzens; *nc* die durch die obere Vereinigung der Seitenhälften des Centralnervensystems *n* gebildete Nervenröhre, *ch chorda dorsalis*, *r* Rückenplatte, *am* Amniosplatte, *c* Herz, *x* Kopfvisceralhöle, durch das Umbiegen der *membrana intermedia m* gebildet, *d* peripherischer Theil der Keimhaut, *u* Umhüllungshaut.

Digitized by Google

Fig. 92.



Umhüllungshaut, welche das Ei allmählich umwächst und die sogenannte Keimblase darstellt. Es ist den Säugethieren eigen, dass ihr Ei mehrere Tage auf diesem Stadium verweilt, ehe die ersten Organanlagen des Embryo auftreten. Letztere werden dadurch eingeleitet, dass an einer Stelle unter der Umhüllungshaut ein Zellenhaufen sich sammelt, von dem die Entwickelung beginnt, der Fruchthof. In ihm ist die Anlage des Centralnervensystems gegeben. Ehe sich jedoch seine seitlichen Hälften zur Bildung der Rückenfurche erheben, legt sich an seine Fläche desselben die aus Zellen gebildete *membrana intermedia*, welche auch hier mit ihrem peripherischen Theile bald das Ei umwächst. Jetzt beginnt die Bildung der Rückenfurche, welche, am vorderen Ende erweitert, die einzelnen Gehirnabtheilungen erkennen lässt. Unter ihr entsteht die Chorda, zu deren Seiten die Urwirbelplatten, nach aussen von diesen das Hautsystem, welches dem obern Schlusse der Nervenröhre folgt und mit seinem unteren Rande sich zur Bildung des Amnios anschickt. Dieselbe wird auch hier durch die starke Kopf- und Nackenbeuge des Embryo erleichtert, welcher zu dieser Zeit auch die Anlage des Herzens und der Kopfvisceralhöle erhalten hat. Mit dem Herzen treten bald zwei venöse Gefässstämme in Verbindung, welche ihr Blut aus dem Gefässhofe erhalten, während zwei vom Hinterende der unter der Chorda angelegten Aorta entspringende *arteriae omphalomesaraicae* das Blut durch das Netz des Gefässhofs treiben. Zwischen Herz und Kopf treten Visceralbögen auf, welche auch hier Gefässbögen zur Verbindung des

Fig. 93.

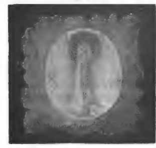


Fig. 92. Furchung des Kanincheneies.

Fig. 93. Kaninchenembryo. An der Peripherie des Gefässhofs beginnt der *sinus terminalis a* sich zu bilden; Kopf und Schwanz werden von den sich erhebenden Amniosplatten überwachsen (*b* und *b'*). — Nach *Bischoff*.

Digitized by Google

Herzens mit der Aorta erhalten. Während dieser Zeit hat sich das Amnios auf dem Rücken des Embryo geschlossen und liegt dicht an der inneren Fläche der Umhüllungshaut und mit dieser der des Chorion an. Letzteres wird von der sich allmählich verdünnenden Dotterhaut (der *zona pellucida*) gebildet, zuweilen verstärkt durch eine in den Tuben zutretende Eiweissschicht. Es vermittelt die erste Befestigung des Eies im Uterus, indem es an seiner Oberfläche gefässlose Zotten erhält, welche sich in die Drüsenmündungen der aufgelockerten und verdickten Uterinschleimhaut (Decidua) einsenken. Während nun die Weiterentwickelung des Embryos im Wesentlichen der der Reptilien- und Vögelembryonen gleicht, bedingt die innige Verbindung desselben mit dem Uterus einige Verschiedenheiten. Wie schon bei den Reptilien und Vögeln die Allantois das Gebilde war, welches die embryonalen Gefässe behufs der Athmung an die Oberfläche des Eies brachte, so vermittelt dieselbe auch hier den Stoffaustausch, welcher zwischen der Mutter und Frucht stattfindet. Dieselbe entsteht als ein paariges Gebilde am hintern Ende der Wolff'schen Körper und wächst, sich blasenförmig ausdehnend und die Umbilicalarterien mit sich nehmend, zu der untern Öffnung des Amnios heraus zwischen dieses und die Umhüllungshaut. Nach ihrer weitern Entwickelung zerfallen die Säugethiere in mehrere Abtheilungen. Die erste bilden die Monotremen und Marsupialien, bei welchen die Allantois sich nicht zwischen Chorion und Amnios so eindrängt, dass das Embryonalblut in Verkehr mit dem mütterlichen treten kann. Es wird hier keine Placenta gebildet, weshalb sie auch *Owen* als Implacentalia den übrigen Säugethieren gegenüber stellte. Bei den Pachydermen umwächst allerdings die Allantois das ganze Ei; die ursprünglichen Zotten des Chorion, in welche die Allantoidalgefässe behufs einer Begegnung der mütterlichen eindringen, sind aber zerstreut und einzeln, so dass man hier ebenfalls keine dichte schwammige Placenta, sondern nur eine diffuse vor sich hat. An diese schliessen sich die Ruminantia, indem hier die Verdickung der Uterinschleimhaut bis auf einzelne knopfförmige Erhebungen schwindet. In diese senken sich aber die Chorionzotten und diesen nachdringend die Gefässschlingen der Allantois ein und bilden auf diese Weise einzelne knopfförmige Placentulae, die sogenannten Cotyledonen. Ungleich stärker entwickelt, der Aus-

Fig. 91.

Fig. 91. Schematische Darstellung der Cotyledonenbildung des Ruminanteneies; *al* Allantois, *am* Amnios, *r* Dotterblase.

breitung der Allantois nach sich aber zunächst hier anschliessend ist die Placentarbildung bei den Ferae und Pinnipedien. Die Allantois umwächst hier vollständig das Amnios und lässt nur die von den Uteruswänden nicht direct umschlossenen Eipole frei. Die Gefässe dringen hier überall in die Zotten des Chorion ein und bilden auf diese Weise eine ringförmige Placenta. Die beiden Eipole werden dann noch von einer secundären Verdickung der Uterinschleimhaut an den Rändern der Placenta bedeckt. Anders gestalten sich die Verhältnisse bei den meisten Nagern. Die Zotten des Chorion, welche anfänglich diese Hülle überall bedeckten, schwinden an einem grossen Theile, erhalten wenigstens keine Gefässe, indem die Allantois sich zwar blasenartig durch die Amniosspalte durchdrängt, dies jedoch nicht umwächst, sondern nur an einer mehr oder weniger ausgedehnten tellerförmigen Fläche Gefässschlingen in die von den Uterinzotten gebildeten Maschen schickt. Sie bleibt hierbei eine Blase, welche durch einen offenen Gang mit dem Grundtheil ihrer ursprünglichen Anlage (welcher sich zur Harnblase gestaltet) communiciert. Die Dotterblase (das sogenannte Nabelbläschen) bleibt anfangs ebenfalls noch mit dem Darme in Verbindung, wenngleich sich ihr Gang (*duct. vitello-intestinalis*) schon länger auszieht, als in den vorhergehenden Formen. Bei den Quadrumanen und dem Menschen endlich findet eine Placentarbildung statt, welche sich eng an die der Nager anschliesst. Auch hier treten die Allantoidalgefässe nur an einer beschränkten Stelle der innern Oberfläche des Uterus mit den Zotten desselben in Verbindung. Sie verkümmert aber selbst sehr bald, nachdem die Gefässe die Uterusfläche erreicht haben, so dass sie schon ziemlich früh nicht mehr als Blase nachzuweisen ist. Dagegen dehnt sich das Amnios so aus, dass sich dasselbe fast überall an die Uterusschleimhaut anlegt. Die Dotterblase wird dabei in einen langen Stiel ausgezogen, der gleichfalls

Fig. 95.

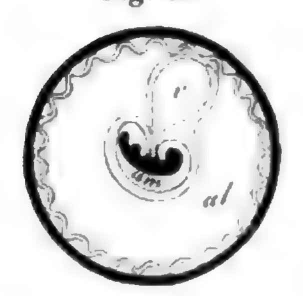


Fig. 96.

Fig. 97.

Fig. 95. Schematische Darstellung der Placentarbildung der Ferae.

Fig. 96. Placentarbildung der Nager, schematisch dargestellt.

Fig. 97. Placentarbildung vom Menschen in schematischer Darstellung.

bald obliteriert, so dass das Nabelbläschen, welches ohnehin in seiner Grösse bedeutend reduciert war, nicht mehr mit dem Darme communiciert und allmählich verschwindet. — Bei der Geburt werden die Allantoidal-(Nabel-)Gefässe zerrissen, die durch die einströmende Luft ausgedehnten Lungen übernehmen das Athemgeschäft, der Nabel schliesst sich.

Liegt es auch nicht im Plane dieses Buches eine specielle Entwickelungsgeschichte zu geben, kam es mir vielmehr nur darauf an die Entstehung des Wirbelthierkörpers als solchen aus dem Eie darzustellen, so darf doch eine kurze Beschreibung der weiteren organologischen Entwickelung nicht versäumt werden. Das erstauftretende System war das Centralnervensystem. Dasselbe bildet nach dem Schluss der Rückenfurche eine Röhre mit einem flüssigen Inhalt, welcher innen die eingeschlossene zellige Umhüllungshaut als Epithel aufliegt. Durch Ablagerung neuer Nervensubstanz auf den Boden und die Seiten dieser Röhre wird der Hohlraum allmählich auf einen feinen Canal reduciert. In der Gegend des künftigen Kopfes treten aber Erweiterungen auf, welche den einzelnen Abtheilungen des Gehirns entsprechen. Die Veränderungen, welche dieselben in den einzelnen Classen zeigen, hängen theils von der relativen Grösse derselben unter einander, theils von ihrer Lagerung ab, indem sie, bei den höheren Thieren besonders durch die Kopfbeuge veranlasst, näher an einander rücken. Das Vorderhirn, welches sich in den hohlen Stiel der Geruchsnerven fortsetzt, bleibt bei den Fischen und Amphibien klein und trennt sich durch allmähliche Verdickung der Seitenwände in zwei Hälften. Bei den höheren Classen bilden sich diese seitlich zu zwei grösseren Blasen aus, den Hemisphären, welche das Vorderhirn selbst überwachsen und am Grunde ihrer oberen Begegnung zur Bildung des Balkens verschmelzen. Das Mittelhirn trägt die Augenblasen, die Retinae, deren Stiel als Opticus allmählich solid wird und dem von der Haut aus die umhüllenden Theile des Auges entgegenwachsen. Es entwickelt ein die Hölung allmählich überwölbendes Gebilde, während die in den Seitenwandungen auftretenden Anschwellungen die Höle hier verkleinern; nach unten vertieft sich der Grund der letzten zur Bildung des Trichters. An der hinteren Hirnerweiterung treten seitliche Wülste auf, welche sich nach oben wölben und das kleine Gehirn bilden, während hinter diesen die Ohrblasen entstehen, welche sich verlängern, einen soliden Stiel erhalten und von der entgegenwachsenden Haut bald in Knorpelmasse eingeschlossen werden. Die peripherischen Nerven bilden sich überall selbständig in den Geweben und treten allmählich zur Bildung der Nervenäste und Stämme zusammen. — Die erste Anlage des Skelets war die *chorda dorsalis*. Als solche bleibt sie nur bei wenigen Fischen persistiren. Die Bildung der knöchernen Wirbelsäule, welche in verschiedenen Abtheilungen eine verschiedene Ausbildung erlangt, geschieht im Allgemeinen bei den drei höheren Classen sehr schnell auf Kosten der Chorda. In den Scheiden derselben treten nämlich Ossificationen auf, welche die Chorda bei Fischen zunächst auf doppelt kegelförmige Massen zwischen den Wirbelkörpern reduciren, während bei höheren Wirbelthieren später von der Chorda selbst nichts mehr übrig ist. Vorn reicht

die Chorda nicht über die Mitte der künftigen Schädelbasis, wol aber ihre Scheiden, welche als knorpelige Leisten mit einer mittleren häutigen, jedoch auch ossificirenden Verbindungsmasse die erste Grundlage der Schädelbasis bilden. Diese Knorpelmasse umwölbt allmählich die Schädelhöle und es treten dann in ihr oder an ihr, verschieden in einzelnen Classen, Verknöcherungen auf, welche die späteren Schädelknochen bilden. Die peripherischen Wirbelelemente bilden sich an den betreffenden Stellen der Rücken- und Bauchplatten, wie die analog gebauten Muskeln, deren Entwickelung jedoch wesentlich von der Stufè, die die Entwickelung des Muskelsystems in der vollendeten Thierform einnimt, modificiert wird. Auch die Extremitäten entstehen ursprünglich als stumpfe Höcker am Wirbelsystem, welche, sich allmählich verlängernd und in ihre einzelnen Theile zerfallend, die Haut vor sich herschieben. Eigenthümlich ist die Veränderung, welche die Kiemenbögen in den drei höheren Classen erleiden. Von ihnen geht nämlich das vordere Paar in die Bildung des mittleren Ohres und des Unterkiefers ein, das obere Ende der Spalte zwischen erstem und zweitem wird Trommelfell, während gleichzeitig vom ersten ein Fortsatz als erstes Rudiment des Oberkiefers auftrat. Die übrigen werden zur Bildung der Aufhängeapparate des Zungenbeins und des Kehlkopfs verwandt. Sie erhalten dadurch eine schnelle Veränderung, als ihre Lage durch die nach und nach auftretenden Halswirbel eine ganz andere wird. — Der Entwickelung des Darmes wurde schon mehrfach gedacht. Interessant ist *Leydig's* Angabe, dass er bei Haiembryonen bis in den *ductus vitello-intestinalis* hinein flimmert. Seine annexen Drüsen erscheinen ursprünglich alle als solide Zellenanlagen, das Pancreas, wie es scheint, mit der Leber zusammen, von der es sich bei beginnender Krümmung des Darms trennt. Die Drüsenhölen treten secundär auf und öffnen sich dann erst in die Darmhöle. Auch die in der Schleimhaut enthaltenen Drüsen sind ursprünglich solide Zellenhaufen, welche später hohl werden. — Was die Entwickelung des Gefässsystems betrift, so bildet dasselbe anfangs einen ziemlich einfachen Kreis, an dem erst nach und nach Verzweigungen und gröbere Capillaren zwischen Arterien und Venen auftreten. Die Gefässe des hinteren Körpertheils erleiden bis auf die obliterirenden Nabelgefässe nur unbedeutende Veränderungen. Dagegen ist das Herz ursprünglich von der endlichen Form sehr abweichend. Es stellt zuerst einen kurzen Schlauch dar, welcher bei den Fischen bald in die drei Abtheilungen, Bulbus, Ventrikel und Atrium zerfällt, welche nun bei der weiteren Entwickelung gegen einander geschoben werden. Bei den Amphibien schon wird seine Bildung etwas weiter geführt, als sich die venöse Vorkammer mehr weniger vollständig theilt und die eine das aus der Lunge kommende, die andere das Körperblut aufnimt. Hiermit ist jedoch auch eine Umwandlung der Kiemenbogenarterien (sogen. Aortenbogen) gegeben. Mit dem Schwinden der Kiemen entwickeln sich die aus dem letzten Aortenbogen entspringenden Lungenarterien stärker und bilden endlich diese ganz, der mittlere setzt die Aorta zusammen, während der vordere sich in Arterien des Kopfes theilt. Das Herz der Vögel und Säugethiere ist anfangs gleichfalls ein Canal, der sich bald S-förmig biegt, wobei der Theil, welcher zu den Vorhöfen wird, zuerst durch die seitlichen als leichte Anschwellungen auftretenden Herzohren kenntlich wird. Eine Theilung tritt zuerst in dem nach abwärts gekrümmten Kammertheile auf,

Digitized by Google

welche schon vollständig ist, wenn die Atrien ihre Scheidewand zu erhalten beginnen. Die Trennung der Kammern geht auch auf den Aortenstamm über und zwar zu einer Zeit, wo in den vordersten Aortenbögen schon Veränderungen eingeleitet sind. Diese werden analog den Vorgängen bei den Amphibien so verwandt, dass aus den hintersten rechten und vorletzten linken die Lungenarterien werden und zwar so, dass die rechte Aortenwurzel ihr Stamm wird; der Verbindungszweig zwischen der vorletzten rechten und linken wird *ductus Botalli*. Die vorderen Aortenbögen werden hier gleichfalls zur Bildung der Kopf- und Armarterien verwandt (vergl. das Schema *v. Baer's* über diese Veränderungen in *Burdach's* Physiologie, 2. Bd. 2. Aufl. Taf. IV. Fig. 3). Die peripherischen Gefässe entwickeln sich, wie die peripherischen Nerven, selbständig in den Organen und treten dann mit von der Aorta ausgehenden grösseren Gefässstämmen in Verbindung. Die mit dem Gefässystem physiologisch zusammenhängenden Blutgefässdrüsen entwickeln sich unabhängig von ihnen aus Theilen der *membrana intermedia* (bei Knochenfischen kennt man ihre Entwickelung nicht). Die Milz entsteht aus einem am Mesogastrium befindlichen Reste der *membrana intermedia*, die Schilddrüse neben der Stimmlade an der vorderen Schlundwand, die Thymus von denselben Theilen unmittelbar unter der Thyreoidea. Über die erste Entwickelung der Nebennieren ist noch wenig bekannt. Bei der nahen Beziehung zu den Nieren während ihrer späteren Entwickelung dürfte eine specielle Untersuchung zu interessanten Resultaten führen. — Das Harn- und Geschlechtssystem greifen bei der Entwickelung sehr in einander, besonders in Folge des Umstandes, dass das letztere, als das spätest angelegte von allen Systemen, mit dem Auftreten der die provisorischen Nieren der höheren Classen ersetzenden bleibenden Organe in seiner Bildung zusammenfällt. In allen Wirbelthierclassen sahen wir neben der Aorta zwei einen bedeutenden Theil der Wirbelsäule einnehmende Organe entstehen, die Wolff'schen Körper. Es sind dies Nieren, welche bei den Knochenfischen als solche während des ganzen Lebens bestehen bleiben, dagegen bei den vier höheren Abtheilungen (und wahrscheinlich bei den Plagiostomen) durch andere neben den Wolff'schen Körpern auftretende ersetzt werden, während sie selbst schwinden. Ihre Ausführungsgänge werden jedoch auch im letzteren Falle bei der Entwickelung weiter benutzt. Es münden dieselben hinter dem After in der für Darm und Allantois (deren Grund die spätere Harnblase darstellt) gemeinschaftlichen Cloake. Die bleibenden Nieren erhalten ihre eigenen Ausführungsgänge, die Ureteren, welche hinter denen der Wolff'schen Körper herablaufen und sich in die Harnblase öffnen. Die Genitalorgane entstehen am spätesten von allen Systemen am Innenrande der Wolff'schen Körper und besitzen ursprünglich ihre eigenen Ausführungsgänge, die Müller'schen Gänge, welche sich gleichfalls in die Cloake öffnen. Bei den niederen Fischen bleiben diese Anlagen während des ganzen Lebens bestehen. In den übrigen Abtheilungen werden aber die Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper bei der Entwickelung der Genitalien benutzt, während die Drüsen schwinden. Die Amphibien sind in dieser Beziehung die interessantesten, als die Verbindung der Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper mit dem ausführenden Theile der Genitalorgane bestehen bleibt. Nach den früheren Untersuchungen von *Rathke, Jacobson*

und *Bidder* sind die von *v. Wittich* die wichtigsten, welche oben erwähnt wurden. An dem Innenrande des Ausführungsgangs der Wolff'schen Körper, die hoch in der Bauchhöle gelegen sind, entwickeln sich die bleibenden Nieren. Zwischen dem oberen freien Theile der Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper, nach innen von der Niere, entsteht die Anlage der Geschlechtsdrüse, oben mit der des Fettkörpers zusammenhängend. Wie erwähnt zeigt dieselbe ursprünglich in beiden Geschlechtern Eianlagen, während sich der untere Theil derselben erst secundär zum Hoden gestaltet. Bei den weiblichen Thieren wird nun allmählich die Niere vom ursprünglichen Ausführungsgange der Wolff'schen Körper, in den sie sich mit mehreren *vasa efferentia* mündet, abgezogen und der Ausführungsgang der nun geschwundenen Wolff'schen Drüse, welcher unterhalb der Niere mit den Ureteren wieder zusammenmündet, wird zur Tuba; bei den Männchen der geschwänzten Amphibien wird er *vas deferens* und *ureter*, während sein oberer Theil bei den ungeschwänzten (wie bei den Weibchen) herabrückt und zur Samenblase wird. Es bleibt also hier die Wolff'sche (hier von *Müller* entdeckte) Drüse nicht bestehen, dagegen ihr ausführender Apparat, welcher bei beiden Geschlechtern ursprünglich ganz analog angeordnet ist. Bei den höheren Wirbelthieren tritt eine andere Bildung ein. Die Wolff'schen Körper mit ihren Ausführungsgängen schwinden bei den Weibchen bis auf Rudimente, das Parovarium und die Gartner'schen Canäle. Die Ausführungsgänge der Genitalorgane, die sogen. Müller'schen Gänge, erleiden aber gleichfalls eine Umgestaltung. Bei den Knochenfischen persistiren sie als Eileiter und *vas deferens*. Bei den drei höheren Abtheilungen dagegen verschmelzen die Müller'schen Gänge zu einem unpaaren Canal, der bei den Männchen rudimentär bleibt oder ganz verschwindet und das Weber'sche Organ, den sogen. *uterus masculinus*, bildet, das obere Ende schwindet überall gänzlich. Bei den Weibchen bildet er die Scheide und den Uterus. Die Hoden des Männchens treten dagegen mit den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper in Verbindung, deren oberes Ende den Nebenhoden, das untere das *vas deferens* bildet. Was endlich die Ausmündung der Harn- und Geschlechtsorgane betrift, so liegt sie ursprünglich in der Cloake; bald trennt sich jedoch der vordere von dem hinteren Theile, so dass das Urogenitalsystem eine vom Darm mehr oder weniger getrennte Öffnung erhält. Der Urogenitalcanal, in welchen also bei Säugethieren und Vögeln die Harnblase mit den neugebildeten Ureteren, sowie die Wolff'schen (*vas deferens*) oder Müller'schen Gänge (Vagina) münden, wird bei den Weibchen sehr kurz und weit (bei den Säugethieren das Atrium), bei den Männchen eng und lang; über ihm entsteht das Begattungsglied. Die an der unteren Fläche dieses verlaufende Furche schliesst sich bei den Säugethieren zu einem an der Spitze des Gliedes mündenden Canal, der die Fortsetzung des Urogenitalcanals bildet, während sie bei Vögeln und Reptilien stets offen bleibt und an dem hinteren Ende die Öffnungen der *vasa deferentia* zeigt. Die Ränder der Urogenitalspalte verschmelzen endlich bei den Männchen und bilden das Scrotum.

Elftes Capitel.

Über den Werth der Entwickelungsgeschichte.

§. 66.

Die Entwickelungsgeschichte ist eine der jüngsten Zweige biologischer Wissenschaft; durch sie sind viele uns vorher dunkle Verhältnisse an organisierten Körpern aufgehellt worden; von ihr ist auch ohne Zweifel noch vieles zu erwarten. Kein Wunder daher, dass ihre Bedeutung in mancher Beziehung ihres sich so bald zeigenden glänzenden Erfolgs wegen überschätzt wurde. Es mag wol in einer Zeit, welche wie die unserige sich mit ihren besten Kräften an die Lösung der mancherlei Fragen, welche die Entwickelung uns bietet, gemacht hat, bedenklich erscheinen, die Frage überhaupt zu berühren, ob die Entwickelungsgeschichte das leistet, was man von ihr erwartet. Da ich indess in dem folgenden Paragraphen zeigen werde, dass ich die Bedeutung der Entwickelungsgeschichte zu schätzen weiss, so hoffe ich nicht falsch beurtheilt zu werden, wenn ich Bedenken äussere über die allgemeine Anwendbarkeit der genetischen Methode. Nach dem, was im sechsten und siebenten Capitel über das Leben der Art mitgetheilt wurde, stellte es sich heraus, dass die Entwickelung zunächst nur die Veränderungen des Individuum umfasste vom Momente der Zeugung an bis zu dem Lebensabschnitte desselben, in dem es fähig wurde durch eine neue Zeugung dem Artleben zu dienen. Es wurde ferner aus der Übersicht über die Entwickelungsweise der einzelnen Classen deutlich, dass in allen wol ein gemeinsamer Plan den allmählichen Formveränderungen zu Grunde lag, dass sich jedoch das wirklich allen Formen einer Classe Gemeinsame nur in sehr allgemeinen Verhältnissen zeigte, welche um so allgemeiner wurden, je formenreicher die Classe. Schon dies mahnt uns zur Vorsicht bei einer vergleichenden Betrachtung einer solchen. Es war jedoch überall zu bemerken, dass viele Verhältnisse nur durch ihre Entwickelung aufgeklärt werden, so dass der Satz des grossen Meisters: „Alles Sein wird nur als ein Gewordenes erkannt" auch hier seine Bestätigung fand. Doch muss hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass man gerade hierdurch zu einer Verwechselung der verschiedenen Sinne, in denen das Wort Bedeutung genommen wird, geführt wurde, indem man einmal darunter die Beziehung einer gewissen Form, eines Organs u. s. w. zu den seiner Entwickelung zu

Digitized by Google

Grunde liegenden Theilen des Keimes, das andere Mal seine Function, endlich seine wirkliche Homologie verstand. Ermuthigt durch die Erfolge der Entwickelungsgeschichte auf dem Felde der vergleichenden Formenlehre, fieng man an, die allmählichen Veränderungen, welche in continuirlicher Reihenfolge im Verlaufe des Lebens erkennbar wurden, einer der Entwickelungsgeschichte analogen Betrachtungsweise zu unterwerfen; man begann von dem genetischen Verhalten gewisser Vorgänge zu sprechen und suchte nun auch die sogenannte genetische Methode in der Physiologie einzuführen. Da jedoch die Physiologie, wie schon oft erwähnt, nur die Lebenserscheinungen zu erklären hat, sich dieselbe wol auch dieser Aufgabe bewusst wurde, so entstand eine dem wirklichen Werthe der Entwickelungsgeschichte leicht sehr nachtheilig werden könnende Namensverwechselung, indem die bestimmten Causalverhältnisse einer gegebenen Erscheinung als genetische Form dieser selbst bezeichnet wurden, während doch keine Erscheinung des Lebens, als Act auftretend und aufzufassend, eine Entwickelung hat, sondern eine jede nur die nothwendige, momentan eintretende Folge bestimmter Ursachen ist. — Vielleicht aus Furcht die Entwickelung zu unterschätzen, versuchte man endlich auch dieselbe als Grundlage des zoologischen Systems einzuführen, so dass alle drei möglichen Betrachtungsweisen thierischer Körper von der Entwickelungsgeschichte eine ähnliche Aufklärung zu erhalten hofften, wie dieselbe beim Wiedererwachen vergleichend anatomischer Bestrebungen von diesen sich eine neue Zukunft versprachen. Wie sie diese fanden, so werden sie auch jetzt nicht getäuscht sein; doch liegt schon in dem Umstande, dass die Zootomie die Zoologie im Allgemeinen wesentlich förderte, der Hinweis, dass dies nicht ausschliessliche Eigenschaft der Entwickelungsgeschichte ist, was man derselben jetzt häufig genug nachrühmt.

§. 67.

Fragen wir jetzt nach der wirklichen Tragweite der Entwickelungsgeschichte und der genetischen Betrachtungsweise, so ergibt sich Folgendes.

a) Entschieden den meisten Einfluss hat die Entwickelungsgeschichte auf unsere Fortschritte in der Morphologie. Doch ist es, um sich vor Misgriffen zu bewahren, gerade hier am Nöthigsten, auf die Grenzen ihrer Anwendbarkeit aufmerksam zu machen. Die Bildungsgesetze der Individuen vermittelt sie natürlich allein, da sie eben nur die Kenntnis der allmählichen Veränderungen des Indivi-

Digitized by Google

duum ist. Die Morphologie hat aber ausser dem Individuum die von der Natur indirect gegebenen grösseren und kleineren Abtheilungen des Thierreichs in den Kreis ihrer Betrachtungen zu ziehen. Es frägt sich daher gleich hier, ob diese grösseren Gruppen nach derselben Ordnung untersucht werden sollen, wie die Individuen. Ganz gewiss; diese Gleichartigkeit unserer Untersuchungsweise muss aber wirklich durchgreifend sein. Am Individuum lernten wir ein materielles Substrat kennen, welches sich aus einer einfachen Form in die vollendete entwickelte; die gleichartige Grundlage der zu einer Classe gehörenden Thierformen ist nun aber ihr gemeinsamer, allgemein gleicher Bauplan; derselbe wird in manchen Formen sehr einfach realisiert sein, in anderen zusammengesetzter; in beiden Fällen aber wird derselbe auf Embryonalzuständen der betreffenden Thiere wesentlich gleich sein, während diese erst mit vollendeter Entwickelung die für einzelne Abtheilungen charakteristischen Behaftungen erkennen lassen. Es tritt uns hier die aus der Entwickelung selbst gewonnene Thatsache entgegen, dass wir, um eine Kenntnis von der verschiedenartigen Ausbildung eines bestimmten Organisationsplanes zu erhalten, die völlig entwickelten Thiere betrachten müssen, wogegen der in der Entwickelung derselben erfolgende Ausbau des allgemeinen Plans darauf weist, dass wir diesen Plan aus der Entwickelungsgeschichte kennen lernen werden. Jedoch gibt es noch einen anderen Weg, zu der Kenntnis des letzteren zu gelangen, nämlich die Induction aus der Beobachtung der völlig entwickelten Form. In Betreff der allgemeinsten Form der Organisationsverhältnisse einer Classe wird daher die Entwickelungsgeschichte unsere Untersuchungen wesentlich erleichtern, indem sie das vereinfacht an einem Individuum uns vorführt, was wir anders nur auf Umwegen, aber eben so sicher erhalten. Gehen wir dagegen an eine Betrachtung der verschiedenen Formen, unter denen uns ein Classentypus entgegentritt, so finden wir häufig Fälle, wo uns die Entwickelungsgeschichte verlässt. Als nächster zoologischer Begrif, unter denen uns ein Typus sich darstellt, erhalten wir die Art mit lauter geschlechtsreifen Individuen. Wie die Art, so können wir auch die übrigen Ordnungen, Gattung, Familie u. s. w. nur aus völlig entwickelten Thieren sich zusammensetzen lassen. Wir finden also überall völlig entwickelte Formen, welche als solche unseren Untersuchungen zu Grunde zu legen sind. Die an diesen auftretenden Verschiedenheiten haben wir daher als ihnen, den entwickelten Formen, eigene zu betrachten. Die Behaftung einer aus dem Verbande mit den übrigen herausgenommenen Art wird uns die Entwickelungsgeschichte wol verstehen lehren, jedoch

Digitized by Google

nicht die einer ganzen Formenreihe, indem sich fast in allen Haupttypen des Thierreichs herausstellt, dass homologe Organe auf abweichende Weise sich entwickeln können. Homolog können wir aber nur diejenigen Theile nennen, welche in der entwickelten Thierform gleiche Lagerung besitzen und zu den umgebenden Theilen gleiches topographisches Verhalten zeigen. Schon aus der Compendiosität der Organanlagen im Ei wird erklärlich, warum in manchen Fällen ein Organ direct als solches an der ihm zugehörigen Stelle auftritt, in anderen an diesen Ort erst durch secundäre Lagenveränderung und vielleicht selbst durch Umbildung eines Theils eines anderen Organs gelangt und andere ähnliche Vorgänge. Die hierdurch bedingten Entwickelungsveränderungen sind aber nicht im Stande, die Homologie des Organs selbst aufzuheben. Zur Bestimmung derselben sind wir daher nur an die entwickelte Form gewiesen. Man könte nun hier vielleicht die Frage aufwerfen, ob zur Bestimmung eines Organisationsgesetzes einer Classe nur die entwickelten Thierformen in den Kreis der Untersuchung gezogen werden sollen oder auch deren früheren Zustände. Ich könte hier nur auf das schon öfter in Bezug auf die Art Gesagte zurückkommen und wiederhole daher nur, dass nach meiner Ansicht die einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehenden Glieder einer Classe in derselben Weise aufgefasst werden müssen wie die Entwickelungszustände, d. h. als unveränderliche im Momente der Betrachtung, aber auch in derselben Beziehung zu der Formenreihe, welcher sie angehören, nämlich als die Stufe der Entwickelung vollständig repräsentirend, die sie eben darstellen, d. i. (innerhalb des Classentypus) völlig entwickelt. Dass höhere Thiere einer Classe Zustände durchlaufen, welche der bleibenden Form niederer ähnlich sind, liegt daran, dass eben das Allgemeine im Embryo zuerst angelegt wird. Die niedere Form ist aber weder morphologisch noch systematisch dadurch charakterisirbar, dass sie Entwickelungszustände der höheren darstellt; sondern zu der ihr mit jener gemeinsamen allgemeinen Organisation kömt für beide Fälle eine eigenthümliche Ausbildung, welche am schärfsten ausgedrückt und daher die Classenverschiedenheit am deutlichsten zeigend in der entwickelten Form sich findet, so dass uns in diesem Falle die Entwickelungsgeschichte gerade das, worauf es ankömt, nicht bietet. — Die Entwickelungsgeschichte hilft uns daher wol wesentlich zur Bestimmung des allgemeinen Organisationsplanes und ist dieser Hilfe wegen stets zu befragen. Wie aber z. B. Larvenorgane oder Ammenbildung nur dem Leben des Individuum angehören, eine Artmetamorphose nach den Begriffen von Art und Entwickelung nicht angenommen werden

kann, so kann sie zur Bestimmung allgemeiner Gattungs- und Classenverschiedenheiten für einzelne Organisationsgesetze nur mit steter Berücksichtigung ihres individuellen Charakters benutzt werden. Sie wird jedoch bei diesen Untersuchungen wieder um so bedeutungsvoller, je mehr sich das zu untersuchende Bildungsgesetz der allgemeinsten Form des Classentypus nähert, verliert dieselbe aber um so mehr, je specieller die zu betrachtenden Verhältnisse sind.

b) Wie schon aus dem vorhin Gesagten ersichtlich, ist die Entwickelungsgeschichte für die Physiologie fast ohne Bedeutung. Während sie die Formveränderungen des werdenden Thieres untersucht, hat die letztere nur mit den an diesen Formen auftretenden Lebensvorgängen zu thun. Auf die Verwechselung der genetischen Methode mit der Untersuchungsweise des Causalzusammenhangs wurde bereits aufmerksam gemacht. Es tritt aber zuweilen der Fall ein, dass die Physiologie sich doch aus der Kenntnis der Entwickelungsweise einer organologischen Einrichtung Gewinn versprechen zu können scheint, dadurch nämlich, dass sie die noch unbekannte Function eines Organs aus der Verbindung desselben im Embryonalkörper, aus seiner ursprünglichen Form, aus seinen Veränderungen während und nach der Geburt u. s. w. zu finden sucht. Jedoch ist auch hier einmal auf die in der Einleitung besprochene Anwendungsform der Hypothese (als Voraussetzung der Gesamtleistung eines Organs) zu verweisen und vor Allem daran zu erinnern, dass die Physiologie nicht auf die völlig entwickelten Thierformen beschränkt ist, sondern das Zustandekommen der einzelnen Lebenserscheinungen auf allen Stufen des Entwickelungslebens zu untersuchen hat, was selbstverständlich von der allmählichen Formveränderung des werdenden Thieres wesentlich verschieden ist. Die die Form behandelnde Entwickelungsgeschichte geht daher parallel der physiologischen Untersuchung, jedoch ohne sie zu unterstützen und ohne von ihr zu lernen, und die sogenannte genetische Methode der Physiologie, welche keine Methode in logisch-formaler Bedeutung, sondern nur eine Beobachtungsform ist, reduciert sich entweder auf die Untersuchung über das Zustandekommen der Function eines Organs u. s. w. auf einzelnen aufeinanderfolgenden Entwickelungszuständen desselben, oder auf jene schon mehrmals gerügte Verwechselung des genetischen Formenzusammenhangs mit dem Causalnexus, welcher allerdings die Genese eines Vorgangs bedingt, jedoch nur als seine physikalisch nothwendige Folge und nicht als Entwickelungserscheinung.

c) Was endlich die Beziehung der Entwickelungsgeschichte zur Systematik anlangt, so sind in neuerer Zeit so scharfsinnige Beob-

Digitized by Google

achter für die Anwendbarkeit derselben als Eintheilungsprincip aufgetreten, dass dieselbe fast als zweifellos angenommen betrachtet werden könte[1]). Indess ist auch hier vor jeder einseitigen Anwendung zu warnen. Die Systematik hat allerdings ihre Eintheilungsgründe von den allgemein durchgreifendsten Merkmalen zu wählen, aber unter gleicher Berücksichtigung aller übrigen. Es ist ferner hierbei wol in's Auge zu fassen, dass jede Eintheilung, wenn auch naturgemäss, doch praktisch ausführbar sein muss. Und hierzu bietet die Entwickelungsgeschichte nicht häufig Gelegenheit dar. Nach der blossen Entwickelungsgeschichte kann man wol ein Thier als zu einer bestimmten grösseren Gruppe gehörig erkennen; doch ist dies auch aus anderen Merkmalen möglich und meist ebenso sicher. Die genetischen Verhältnisse eines Thieres stehen auf einer Stufe mit allen übrigen Merkmalen. Will man daher eine wirkliche naturgemässe Eintheilung haben, so muss man eine combinatorische Classificationsweise anwenden, welche jede einseitige Anwendung eines bestimmten Eintheilungsgrundes ausschliesst. — Die Entwickelungsgeschichte hat aber auch wirklich wesentliche Verbesserungen in unser System gebracht; aber nicht dadurch, dass sie neue Eintheilungsgründe brachte, sondern indem sie gewisse, bisher nicht scharf genug in's Auge gefasste Verhältnisse an den entwickelten Thierformen als wesentliche für kleinere oder grössere Gruppen nachwies. Sie ist ferner dadurch von Bedeutung geworden, dass sie zweifelhafte Fälle entschied, jedoch nur so wie jedes andere durchgreifende Merkmal sie entschieden haben würde. Und in dieser Beziehung wird sie gewiss auch noch Vieles leisten. Wie jedoch dem Bedürfnisse der Classification dadurch genügt wird, dass zootomische Merkmale sich in äusseren Behaftungen der betreffenden Thierform wiederspiegeln, so ist das Hauptbestreben der Systematik dahin zu richten, sowol die noch zu verwerthenden zootomischen, als besonders die genetischen Momente mit den sich der Classification zunächst darbietenden äusseren Gestaltungen in Einklang und gesetzmässige Beziehung zu bringen. Das auffälligste Beispiel in dieser Beziehung bieten vielleicht die Amphibien dar, welche nicht durch die Metamorphose charakterisiert werden, da viele derselben gar keine erleiden, sondern durch andere leichter nachweisbare Verhältnisse. Diese erhalten jedoch erst ihre volle Bedeutung dadurch, dass der Nachweis gegeben ist ihres

---

1) s. besonders *Agassiz*, *On the Classification of Animals from embryonic and palaeozoic data*, *in: Lake superior its physical character etc. Boston* 1850 p. 191; desselben *Lect. on Embryology*: *C. Vogt*, Zoologische Briefe.

gleichzeitigen Auftretens mit bestimmten Entwickelungsvorgängen. Einen ähnlichen Fall bilden die Implacentalia unter den Säugethieren; auch sie werden durch so viele, leicht nachweisbare Momente von den übrigen äusserst scharf geschieden. Diese erlangen aber einen grösseren classificatorischen Werth durch die Thatsache, dass sie mit Entwickelungsverschiedenheiten zusammentreffen. In einem ähnlichen Verhältnis, wie die Amphibien zu den Reptilien stehen, erscheinen die Implacentalia zu den übrigen Säugethieren; sie umschliessen sogar einzelne Gruppen, welche denen der letztern fast genau parallel gehen. Sollten daher hier die zootomischen und übrigen Merkmale nicht bedeutend genug erscheinen, so tritt die Entwickelungsgeschichte als Nachdruck gebendes Moment auf und erhebt jene ersten, leichter nachweisbaren Kennzeichen zu trennenden. Ähnliche Beispiele finden sich fast in jeder grösseren Classe; überall tritt die Entwickelungsgeschichte als ein zuweilen sehr wichtiges, im Allgemeinen jedoch nur als ein den anderen völlig gleichstehendes Merkmal auf, welches nicht weniger, aber auch nicht mehr, bei Classificationsversuchen benutzt werden darf, wie jene.

DRITTES BUCH.

Bildungsgesetze der einzelnen Classen.

Digitized by Google

Zwölftes Capitel.

Begrenzung der einzelnen Typen.

§. 68.

In der Einleitung wurde bereits erwähnt, dass wir den Ausdruck Typus, ohne auf das in seinem Begriffe implicierte ideelle Schema Gewicht zu legen, unter dieser Voraussetzung für gleichbedeutend mit Organisationsgesetz nehmen können. Es mag hier daran erinnert werden, dass jenes Schema als methodisches Hilfsmittel benutzt werden kann, doch zunächst nicht in den Vordergrund zu stellen ist. Zu einem Typus gehören daher alle die Formen, welche eine im Allgemeinen gleiche Zahl der in ihren Bau eingehenden Organe und ein gleiches gegenseitiges Lagerungsverhältnis dieser erkennen lassen. Hiernach scheint es keiner weitern Frage zu bedürfen, ob die Typen in der Natur scharf begrenzt sind. Indess ist zu berücksichtigen, dass dieselben keine abgeschlossenen für sich bestehenden organischen Einheiten sind, dass sie vielmehr nicht bloss durch das allen gemeinsame Thierische, sondern besonders durch die im Thierreiche vorliegende Reihe allmählich sich steigernder Complication unter einander zusammenhängen. Jedenfalls ist hierdurch der Gedanke an etwa mögliche Übergangsformen gerechtfertigt und es fragt sich nun, ob derselbe haltbar ist, oder ob die Typen ihrer Bedeutung als Organisationsgesetz nach wirklich scharf begrenzt sind.

Wie bei der Erörterung der individuellen Bildungsgesetze ist auch hier die Untersuchung zunächst auf die Betrachtung der materiellen Träger der Typen gewiesen. Überall tritt uns aber hier ein Umstand hindernd entgegen, dass nämlich keine jener Gruppen, welche wir als Repräsentanten gewisser Bildungsgesetze ansehen, von der Natur gegeben ist, sondern sie alle, wenn wir vorläufig von der Art absehen, in Bezug auf ihre Ausdehnung der Anschauungsweise des Beobachters anheim gestellt sind. Doch wird der Einfluss

Digitized by Google

der Subjectivität hier dadurch beträchtlich verringert, als zum grossen Theile die Bildung jener Gruppen mit der Untersuchung ihrer Bildungsgesetze zusammenfällt, so dass, wie überall in der Systematik, so auch hier die auf anderem Wege angebahnte Classification durch genauere Untersuchung einer Gruppe von Merkmalen bestätigt oder modificiert wird.

Versuchen wir nun, von den Individuen aufsteigend, einen Überblick über die verschiedenen kleineren und grösseren Abtheilungen des Thierreichs zu erhalten. Geschlechtlich entwickelte Thiere, deren Nachkommen direct oder indirect in die Form ihrer Erzeuger, mit unwesentlichen, in den verschiedenen Gegenden des Thierreichs noch näher zu bestimmenden Schwankungen zurückkehrten, lernten wir als Repräsentanten der Art kennen, welche durch diese gleichartige Fortpflanzung als einheitlicher von der Natur gegebener Begrif auftrat. Wird auch ihre Organisation zum Theil durch die, ihr zur Grundlage dienenden Individuen in deren Entwickelung uns erschlossen, so erhält sie doch ihre Bedeutung als specifische Bildung erst durch ihre Beziehung zu der der nächst höheren Gruppen, mit welcher sie bis auf die hinzutretenden Artmerkmale zusammenfällt. Schon die Gattungen sind aber meist willkürlich begrenzte Abtheilungen; denn selbst ihre Übereinstimmung in wesentlichen Merkmalen ist nicht durchgreifend, da der Begrif der Wesentlichkeit selbst relativ und verschiedener Ausdehnung fähig ist. Noch schwankender und vielleicht keiner solchen Bestimmung fähig, dass sie nur für das genommen werden, was der jedesmalige Naturforscher darunter versteht, sind die als Familie, Ordnung u. s. w. bezeichneten Gruppen. Selbst die specielle Morphologie dieser Abtheilungen gibt uns zuweilen ebensowenig als die Entwickelung derselben Materialien zur sichern Begrenzung an die Hand. Doch kann hier vielleicht noch Manches geschehen, worauf sogleich aufmerksam gemacht werden soll.

§. 69.

Die Untersuchungen der morphologischen Verhältnisse der eben erwähnten künstlichen Gruppen des Thierreichs führen nun aber überall, wo dieselben zu einem einigermaassen sichern Abschlusse gelangt sind, auf bestimmte, in anderen Abtheilungen nicht einmal modificiert auftretende Formenverhältnisse, welche wir neben anderen Kennzeichen als bezeichnend für die grössten Gruppen ansehen, mögen dieselben Classen oder Kreise genannt werden. Es stellen dieselben, sobald der Nachweis gegeben ist, dass sie constant nur

Digitized by Google

einem solchen Kreise und keinem zweiten zukommen, dessen Organisationsgesetz dar; bei der Untersuchung neuer Formen kann man ferner (und man thut es auch unbewusst) das Allgemeine dieses letzteren als Maassstab der Beurtheilung, als ideelles Schema benutzen, wodurch man dann auf die Typen geführt wird. Es ist nun hier jene Frage zu berühren, ob man nicht durch Annahme dieser Typen der Natur Gewalt anthut, sofern man sie als scharfbegrenzte Gruppen betrachtet. Schon von vorn herein wird diese Frage aber schon zu verneinen sein, da, vorausgesetzt, dass unsere Beobachtungen zuverlässig sind, wir gar nicht auf die Typen geführt würden und keine Veranlassung hätten, dieselben als den Ausdruck streng geschiedener Formen zu betrachten, wären letztere nicht von der Natur selbst schon scharf von einander gehalten. Diese Ansicht bestätigt aber auch noch folgende Betrachtung. Hält man die Typen gleichfalls für künstliche Gruppen, so liegt die Möglichkeit nahe, dass sich Übergangsformen zwischen zwei verschiedenen finden würden. Diese werden aber dann nicht unter denjenigen Formen zu suchen sein, welche zwei mit einander in Berührung tretende Typen am schärfsten ausgesprochen zeigen, sondern unter einfachen, sogen. niederen Formen derselben. Betrachtet man aber den Typus als den Ausdruck jenes allgemeinsten Organisationsgesetzes, welches, wie die erste Anlage im Ei, das allen Formen einer Abtheilung Gemeinsame darbietet, so wird auch in den, gewissermaassen den Anfang eines Typus bezeichnenden niedersten Formen jenes allgemein Charakteristische auftreten, was diesen als solchen darstellt. Der Annahme von Übergangsformen, d. h. von solchen, welche mit dem gleichen Rechte zwei verschiedenen Typen zugezählt würden, liegt hier die Verwechselung mit der analogen Einfachheit zu Grunde. Formen, welche den ersten Entwickelungszuständen am nächsten stehen, werden natürlich viel ähnlicher sein als weiter entwickelte; ebenso aber auch zwei entsprechend einfach organisierte Thiere zweier Typen. Es kommen nun aber Fälle vor, wo Thiere, welche, einem gewissen höheren Typus angehörig, auf einer niedern Stufe ihrer betreffenden typischen Complication stehen bleiben, aber ausserdem Behaftungen zeigen, welche in gewisser Hinsicht Formenverhältnisse niederer Classen wiederholen. Hier spricht man besonders von Übergangsformen, und gewiss mit Recht; nur ist dies nicht so zu verstehen, als wenn es zweifelhaft sein könte, ob die Thiere der höhern oder niedern Classe zugehörten; sondern, wie es sich hier am augenfälligsten zeigt, wie wenig haltbar die einreihige Anordnung des ganzen Thierreichs ist, es bezeichnen vielmehr jene Gruppen die Anknü-

pfungspunkte der höhern an die niedere Classe[1]). Zur sichern Würdigung von dergleichen Formen und, noch auffallender, von sogenannten Übergangsformen innerhalb der Typen, wo man diese in noch zahlreicheren Fällen annehmen zu müssen geglaubt hat, gibt es nur einen Weg, nämlich eine umfassendere Ausbeutung des schon früher (p. 241) besprochenen Correlationsgesetzes. Es ist dies nicht bloss für die Morphologie, sondern vielleicht in noch höherem Grade für die Systematik wichtig.

Nach dem Gesetz der Correlation der Theile hängen nicht bloss die Hauptsysteme des Thierkörpers, sondern auch die einzelnen Organe in Bezug auf ihre morphologische Ausbildung unter einander zusammen, so dass eine Modification des einen eine ähnliche in einem andern nicht bloss, sondern mehr oder weniger in allen anderen zur Folge hat. So hängt der Zahnbau eines Säugethiers nicht bloss mit der Bildung seines Magens und Darms, sondern auch mit der Bewaffnung der Zehen, ebenso mit der Entwickelung des Gehirns u. s. w. zusammmen. Dies gegenseitige Bedingtsein äussert sich aber nicht in allen Classen in gleichem Grade, es ist vielmehr je nach den Classen wesentlich, aber constant verschieden. Während z. B. bei den Wirbelthieren die Anwesenheit von Lungen oder von Kiemen bedeutende Modificationen nicht bloss in den diese Organe tragenden Theilen des Skelets oder Muskelsystems, sondern ganz wesentliche in den Circulationsorganen u. s. w. hervorruft, sehen wir einen gleichen Tausch der Organe für Wasser- oder Luftathmung bei Mollusken mit sehr unbedeutenden Modificationen verbunden. Während die Larvenentwickelung der schwanzlosen Batrachier sich mehr oder weniger deutlich in ihrer vollendeten Form als eine mit anderen auffallenden Merkmalen zusammenfallende Erscheinung herausstellt, sehen wir zwei so nahe verwandte Formen, wie den Flusskrebs und den Hummer, sich in verschiedener Weise entwickeln; und dergl. mehr. Diese Fälle, welche ausserordentlich zahlreich sind, beweisen auf das Unzweifelhafteste, dass die Beziehung einzelner morphologischer Erscheinungen zu anderen in den einzelnen Classen verschieden ist. Es ist nun aber ein dringendes Bedürfnis für die Systematik, besonders zum Ausbau ihres im Allgemeinen wol richtig angelegten Systems, nicht bloss die Gesetzmässigkeit der Correlation

1) Das instructivste Beispiel bieten hier die Bryozoen, welche, selbst den Mollusken zugehörig, deren Anschluss an die Radiaten vermitteln, ebenso wie die Holothurien und Sipunculiden die Verbindung der Würmer und Arthropoden mit den Strahlthieren herstellen.

Digitized by Google

in ihren, in den Classen auftretenden, verschiedenen Formen, sondern auch die Grenzen zu zeigen, innerhalb deren die Schwankungen der gegenseitigen Beziehungen sich bewegen, wie weit also gewisse Organe oder Organgruppen variiren können, ohne Veränderungen in der typischen Gesamtform mit sich zu führen, welche Organe und Organgruppen in bestimmten Typen einer weitern oder engern Variation fähig sind, endlich welche äusseren Merkmale in den verschiedenen Classen mit bestimmten organologischen Veränderungen Hand in Hand gehen. Nur durch eine sorgfältige Ausführung dieser Bestimmungen wird dies Cuvier'sche Gesetz den Einfluss erhalten, welchen es wirklich besitzen kann und soll.

Mit Bezug auf die uns zunächst liegende Frage wird klar, dass nicht bloss die etwaigen Übergangsformen innerhalb einzelner Typen durch eine solche Anwendung des Correlationsgesetzes als Prüfstein schärfer aufgefasst und richtiger im System untergebracht werden können, sondern auch die Bestimmung der Familien und Ordnungen und schon der Gattungen wird weniger schwankendes erhalten, wenn für jede einzelne Classe die Grenzen der Correlationsfähigkeit der einzelnen Organgruppen näher erörtert werden. Fehlen auch noch specielle auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen, so gibt uns doch die systematische Praxis manch werthvollen Beitrag, sie erwartet jedoch auch wieder von Seiten der Morphologie fernere hieher gehörige Angaben. Im Folgenden werde ich nun die Typen als von der Natur gegebene fest stehende Bildungspläne betrachten und versuchen, unter dem Nachweise ihrer verschiedenen Ausdehnungsfähigkeit die sich begleitenden Veränderungen einzelner Organgruppen etwas schärfer hervortreten zu lassen, wie es die Übersicht über die Formenverschiedenheiten innerhalb der Typen schon von selbst zeigt. Entsprechend jener früher aufgestellten Complicationsreihe soll auch hier mit den Protozoen begonnen werden.

Dreizehntes Capitel.

Protozoen.

§. 70.

Es wurde schon früher des öfteren darauf hingewiesen, dass die Gruppe jener meist mikroskopischen Lebensformen, welche man nach Entfernung der ihnen früher zugerechneten Pflanzen und unent-

Digitized by Google

wickelten Thierformen als Protozoen zusammenfasste, trotz der zahlreichen Formenverschiedenheiten in einem wesentlichen Punkte der Organisation mit einander übereinstimmen, in der Abwesenheit einer jeden histiologischen und organologischen Differenzirung. Sie bestehen aus einer vollkommen gleichartigen, meist äusserst contractilen Substanz, welche nur in der einen Abtheilung dieser Thiere von einer distincten, sehr zarten Leibeswand umhüllt wird. Das Innere ihres Körpers ist niemals zur Bildung einer Leibeshöle ausgehöhlt, selten findet sich ein canalartig die Substanz durchziehender Hohlraum, welcher mit Mund und After öffnet, häufig nur eine als Mund und Oesophagus gedeutete Einstülpung der Körperbedeckung, welche direct in das weiche Körperparenchym führt; noch häufiger scheint auch diese Anordnung zu fehlen. Überall aber findet sich in der Leibesmasse selbst ein von dieser etwas abweichender rundlich-ovaler, länglicher oder anders geformter Körper vor, welchen wir besonders bei der Fortpflanzung dieser Geschöpfe sich betheiligen sahen. Nach alle dem wurde es wahrscheinlich, dass die Protozoen einzellige Thiere darstellen, d. h. Thiere, deren Organisation nicht die den Formveränderungen eines jener Zelle genannten histiologischen Elementartheile vorgezeichneten Grenzen überschreitet. So anschaulich nun diese Vorstellungsweise ist, besonders mit Rücksicht auf jene mehr theoretische Betrachtung, dass, wie die Entwickelung eines Individuum, so auch die Complication des Thierreichs mit Formen begänne, welche nur aus einer Zelle bestehen, so hat es doch an mannichfachen Aussetzungen an dieser Ansicht nicht gefehlt. Wenn wir dieselbe hier von Neuem reproduciren, so geschieht dies besonders in Folge der schon früher (p. 77) geltend gemachten Gründe, auf welche wir hier nochmals verweisen müssen. Was nun die specielleren Modificationen dieses einzelligen Typus anlangt, so zerfallen die Protozoen nach der Bestimmbarkeit ihrer äusseren Körperform in zwei Hauptgruppen, die Infusorien und Rhizopoden. Die ersteren haben stets eine bis auf vorübergehende Contractilitätserscheinungen bestimmte äussere Gestalt, welche meist durch eine vom Inhalte differente, häufig eine besondere Membran darstellende Körperhülle bestimmt wird. Mit der Differenzirung dieser Membran ist auch die Möglichkeit bestimmter äusserer Anhänge gegeben, die hier unter der Form der für die Infusorien charakteristischen Wimpern auftreten. Dieselben nehmen entweder die ganze Körperoberfläche ein oder sie sind, wie bei den Gewebszellen, an bestimmte Stellen derselben gebunden. In ihnen wird jedoch gleichzeitig der Übergang zu den Rhizopoden gegeben, indem sie in manchen Fällen

Digitized by Google

selbst contractil werden und sich bis auf kleine Höcker auf der Haut zurückziehen können. Die Rhizopoden entbehren der vom Inhalt differirenden Rindenschicht; die Locomotion wird daher nur durch Contraction des ganzen Körpers oder durch Verlängerungen seiner Substanz in der Form einfacher oder sich theilender, beliebig an der Körperoberfläche auftretender Fortsätze vermittelt, welche vollständig in die contractile Substanz des Körpers zurücksinken können. Hierdurch wird jene Variabilität der äussern Form bedingt, welche einigen Formen dieser Classe die Namen Proteus, Difflugia u. s. w. verschafft hat. Wie jedoch schon manche Infusorien durch einen Exsudationsprocess ihrer Membran eine äussere Schale erhielten, so treten dergleichen auch bei den Rhizopoden auf, die Körpergestalt auf diese Weise sicherer bestimmend.

Von inneren Theilen findet sich, wie erwähnt, nichts einer histiologischen Sonderung Entsprechendes vor. Wo nur ein Mund und Schlund vorhanden ist, wird die Nahrung dem Parenchyme eingedrückt, und wo ausser dem Munde noch eine Afteröffnung auftritt, ist die Aufnahme der Speisen gleichfalls nicht auf eine Darmhöle beschränkt, sondern wird auch hier von der contractilen Substanz des Körpers vermittelt. Mit der hierdurch ermöglichten Abwesenheit eines Darmsystems fehlen auch die mit diesen in Bezug stehenden Systeme. Als Andeutungen derselben treten im Protozoenkörper allgemein mit einer körnerlosen Flüssigkeit gefüllte Hohlräume auf, welche durch die Contractilität der umgebenden Parenchymtheile eine Art Säfteumtrieb im Körper veranlassen, und auf diese Weise die erste Spur eines circulatorischen, und da der Annahme nichts im Wege steht, dass der auch hier nöthige Gasaustausch auf den Inhalt dieser Blasen zunächst beschränkt sei, respiratorischen Apparates darstellen. Von einer Andeutung eines Nervensystems findet sich keine Spur; die sich in anderen Classen auf bestimmte Organe localisirenden Behaftungen sind hier nur noch in der Körpersubstanz vereinigt. Ebenso fehlt jede geschlechtliche Ausbildung; jedes Individuum repräsentiert seine Art und ist direct als solches fähig, durch Zeugung dieselbe zu erhalten.

Was die Beziehungen des Protozoentypus zu den anderen im Thierreiche auftretenden anlangt, so ist zunächst wol zu erwarten, dass die Körperform dieser Thiere, entsprechend ihrer einzelligen Natur, ziemlich weite Grenzen habe. Jedoch hat schon bei ihnen die Natur sich nicht in Ausführung der zahllosen Möglichkeiten gefallen, sondern hat auf eine ziemlich augenfällige Art durch gewisse Formen den Anschluss der höheren Typen angebahnt. Es stellen nämlich die

Digitized by Google

Astoma der Autoren die echten Repräsentanten der Anfangsglieder des ganzen Thierreichs dar, indem ihre Körperform am meisten der der embryonalen Zellen sich nähert. Die Vorticellinen stellen die polypenförmigen Protozoen dar; sie vermitteln den Anschluss der Strahlthiere, besonders der Polypen, in mehrfacher Beziehung. Einmal ist der Wimperüberzug auf eine die Mundöffnung kreisförmig umgebende Garnirung beschränkt. Dieser gegenüber fixiren sich manche Formen derselben, zuweilen mit Bildung eines besonderen, dem Polypenstocke zu vergleichenden Gehäuses. Endlich erzeugen sie eine frei schwimmende, den Quallensprossen zu vergleichende Brut, wobei jedoch die Vergleichung natürlich nicht so weit getrieben werden kann, hier von einem Unterschiede zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generation zu sprechen. Die Gregarinen halte ich für die Repräsentanten des Gliedertypus unter den Protozoen, deren Übergang zu den Würmern zunächst vermittelnd. So tritt bei *Gregarina Heerii*, *Greg. brevirostra* und *Sieboldii Köll.* eine Abtheilung des Körpers in mehrere hinter einander liegende Abschnitte auf, welche auch in noch anderen Formen angedeutet ist[1]). Die Rhizopoden endlich stellen die Mollusken dar. Die Form der ihren stets einzellig bleibenden Körper deckenden Schale wiederholt fast genau die Form der unter den wahren Mollusken auftretenden Schalen. Sie jedoch deshalb geradezu mit diesen zu vereinigen, wie *Agassiz* vorschlug[2]), ist nicht wol möglich, da eben ihr Körper, dessen Organisation in letzter Instanz doch ihre Stellung bedingt, vollständig nach dem Typus der Protozoen gebaut ist. Wollte man die diese verschiedenen Anknüpfungspunkte bezeichnenden Formen den Classen zurechnen, deren Anknüpfung sie vermitteln, dann müsste man jeden Typus mit einzelligen Thieren beginnen lassen, was jedoch, soll das Organisationsgesetz einer Classe wirklich in allen Formen derselben nachweisbar sein, unausführbar ist.

---

1) s. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. Taf. I. Fig. 11. Taf. II. Fig. 14. 16.

2) *On the Relations between Animals and the Elements in which they live. Ann. of nat. hist. 2. Ser. Vol. VI. p.* 161.

Vierzehntes Capitel.

Strahlthiere.

§. 71.

War es bei den Protozoen nicht möglich, eine allen Formen jener Abtheilung entsprechende Grundgestalt zu finden, da der vielgestaltige Körper derselben bald kugelförmig, bald strahlig, bald kegelförmig zu sein schien, so tritt mit den Strahlthieren auch in der äussern Form der Thiere ein unverkennbarer Charakter auf. Die kreis- oder strahlenförmige Anordnung aller in der Mehrzahl auftretenden Theile um eine Achsenlinie ist diesen Thieren ausschliesslich eigen und sie bestimmt eben den radiären Typus. Wo hier eine Verschmelzung einzelner Theile eintritt, geschieht dies entweder, der radiären Symmetrie entsprechend, in gleichen Wiederholungen um das gemeinschaftliche Centrum, oder, nehmen alle Strahlen Theil, im Centrum selbst. Unpaare in der Achse gelegene Theile können daher in mehrere den Strahlen entsprechende zerfallen, wie auch umgekehrt nach dem Gesetz der centralen Verschmelzung peripherische Multipla als unpaare Theile in das Centrum rücken können[1]). Dem allgemeinen Verhalten der hierhergehörigen Thiere nach steht der strahlige Typus recht eigentlich zwischen der allseitig symmetrischen Kugelform vieler Astomen und den seitlich symmetrischen Würmern. Die niederen Formen haben, wie die Protozoen, einen contractilen Körper, zuweilen selbst ohne jede histiologische Sonderung; die ausgehöhlte Körpersubstanz bildet gleichzeitig Körper- und Darmwand. Diese Körperhöle zieht sich dann enger auf die centrale Achse zurück und sendet nur gefässartige Fortsätze in die übrige Substanz des Thierleibes, bis endlich beides, Darmhöle und Darmgefässe, sich von den letzteren trennen und mit besonderen Wandungen versehen, so dass bei den höchsten Formen ein von der Körperhöle getrennter Darm, ein Gefässsystem durch letzteres bedingt ein Respirationssystem und von diesen wieder abhängig ein histiologisch gesondertes Blut auftritt. Eine ähnliche Complication wie die

---

1) Auf diese centrale Verschmelzung hat zuerst *Rud. Leuckart* aufmerksam gemacht, dem wir überhaupt in Bezug auf allgemein morphologische Verhältnisse der Strahlthiere Manches verdanken, s. dessen: Über die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848.

Systeme zur Erhaltung des Individuum erkennen lassen, zeigen auch die beiden anderen Organgruppen. Die Organe zur Erhaltung der Art, welche von hier an durch die ganze Thierreihe in weibliche und männliche getrennt sind, sind in der Mehrzahl der Fälle verschiedenen Individuen übertragen. Ausser diesem Geschlechtsunterschiede tritt aber hier auch zum ersten Male ein weiterer Polymorphismus ein, welcher wesentliche Beziehungen erfüllt. In den niederen Formen ist die Neomelie vielleicht am Entschiedensten im ganzen Thierreiche ausgesprochen, indem fast überall bei Metagenese die Ammen persistiren oder neben der geschlechtlichen auch ungeschlechtliche Vermehrung stattfindet. Bei höheren Formen fällt dieselbe weg, indem hier zwar auch Metagenese auftritt, aber mit derselben nicht einmal eine Vermehrung der erzeugten Keime verbunden ist. Die Organe zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt sind bei den Anfangsgliedern der Strahlthierreihe eben sowenig zu finden gewesen als bei den Protozoen; die Sensibilität und Irritabilität der Substanz hat sich hier noch nicht an histiologische Formen gebunden, sondern ist jedem Theile der Körpersubstanz eigen. Allmählich treten Muskel- und Nervenfasern auf; und hat man auch bei einzelnen Gruppen nur erstere gefunden, so ist doch zu erwarten, dass sich aus den früher mitgetheilten Gründen auch Nervenfasern finden werden, welche die Willenseinflüsse der Thiere der nun entfernter liegenden Muskelfasern übermitteln. Mit den Nerven treten auch Sinnesorgane histiologisch als solche erkennbar auf.

§. 72.

Coelenteraten.

Unter den Stralthieren tritt uns zunächst eine Abtheilung entgegen, welche jene niederen Formen derselben einschliesst und dann den Übergang zu den höheren und selbst zu anderen Typen vermittelt. Es sind dies die Polypen und Acalephen, welche in so vielen wesentlichen Verhältnissen mit einander übereinstimmen, dass der Vorschlag *Leuckart's*, sie als Coelenteraten zu vereinigen, äusserst zweckmässig ist. Die hauptsächlichste morphologische Eigenthümlichkeit dieser Gruppe ist, dass ihre Leibeshöle gleichzeitig Darmhöle ist, dass ihnen ein von der Körperwand getrennter Darm mit After fehlt. Von diesem allen hierher zu zählenden Thieren gemeinsamen Verhalten aus treten dann zwei Modificationen ein, welche die ganze Classe in zwei gleichwerthige Hauptabtheilungen trennen; in der einen ist die Leibeshöle weit, die Körperwandungen im Verhältnis dünn, bei der andern ist die Leibeshöle eng, die Körpersubstanz dick und von

Digitized by Google

canalartigen Fortsätzen jener in einer constanten Anordnung durchzogen. Die ersten sind die Polypen, die letzteren die Acalephen. Versuchen wir zunächst einen Überblick über die gesammte Form dieser Thiere zu erlangen, so gibt uns hier der ganze Bau des strahligen Körpers überall ein sicheres Mittel, die etwaigen Verschiedenheiton leicht zu verstehen. Eine allgemeine Grundform aufzustellen, dürfte hier, wie überall, ein sehr misliches Unternehmen sein, da die specielle Configuration eines Thieres etwas viel zu Concretes ist, als dass sich aus ihr wie aus der in abstracten Verhältnissen leichter charakterisirbaren Organisation ein typisches Bild ergeben sollte. Während die Anthozoen kürzere oder gestrecktere Cylinder bilden, verdünnt sich bei den Hydroiden deren hinteres Ende zur Bildung des Stieles, mit dem diese Formen sich festsetzen. Derselbe Körperabschnitt bildet eine gewölbte sich über die Mundscheibe verbreiternde Kuppel bei den Discophoren, während der seitlich leicht comprimierte Körper der Ctenophoren im Allgemeinen eiförmig ist. Die letzteren sind noch dadurch ausgezeichnet, dass sie unverkennbar zur seitlich symmetrischen Bildung führen, indem hier, wie oben erwähnt wurde, gewisse Radien ihres Körpers sich mit Störung der vegetativen Gleichheit vor den anderen entwickeln, zuweilen besonders behaftet zeigen. Tritt nun schon bei den Hydroiden eine Vertheilung der einzelnen Organgruppen an verschiedenen Individuen auf, so ist dieselbe Theilung doch bei den Siphonophoren viel auffallender, indem hier die einzelnen Individuen nicht gleich gebaut sind, sondern einen höchst eigenthümlichen Polymorphismus erkennen lassen. In allen hierher gehörigen Formen bezeichnet die Mundöffnung das Vorn des Thieres; im Umkreis derselben sind die Tentakeln angebracht, meist Fortsetzungen der Leibeshöle oder deren canalartiger Verlängerungen aufnehmend.

Was den typischen Bau der Polypen betrift, so schliesst sich derselbe im Allgemeinen wol zunächst an die Organisation gewisser Protozoen an, indem ihr Körper einfach zur Bildung einer Leibes- und Darmhöhle ausgehöhlt ist. Mit der Zusammensetzung desselben aus mehreren sich meist gegen einander abschliessenden histiologischen Elementartheilen treten aber gleichzeitig andere organologische Verhältnisse ein. Die Complication des Baues ist bei ihnen in zwei verschiedenen Weisen ausgeführt; bei der einen Gruppe derselben trägt ein Individuum alle Organe, welche der Typus zulässt, vereinigt, bei der andern sind wenigstens die Geschlechtsfunctionen auf besondere Individuen übertragen. Hierdurch wurde es möglich, dass in letzterem Falle die zu Stöcken vereinigten Thiere verhältnismässig

Digitized by Google

noch einfacher organisiert sind als die ersteren. Unter diesen finden sich nun wieder zwei durch verschiedene Ausbildungen des der ganzen Classe eigenen Typus sehr scharf zu charakterisirende Gruppen[1]). Beide sind dadurch ausgezeichnet, dass die Mundöffnung in einer das Vorderende des Körpers überziehenden Haut liegt; dieselbe führt aber in der einen in eine einfache nicht weiter in gesonderte Theile zerfallende Darmhöle, während die andere dagegen einen von der Mundöffnung ausgehenden, mit selbständigen Wandungen frei in die Leibeshöle ragenden Magenschlauch besitzt, welcher mit weiter Öffnung in diese übergeht. Die letzteren sind die Anthozoen, die ersteren bilden das Genus Lucernaria, welches *Leuckart* als Cylicozoa von erstern trennte. Die Gallensecretion ist nur besondern Zellen des Magenschlauchs oder des vordern Theils der Leibeshöle übertragen. Zu diesen verschiedenen Formen des Verdauungsapparates treten nun bei beiden noch Einrichtungen, welche den Übergang der Nahrung zu den übrigen Parenchymtheilen erleichtern. Es sind dies Falten der Leibeswände, welche deren innere Oberfläche vergrössern, die sogen. Mesenterialscheidewände. Die zwischen diesen enthaltenen Räume setzen sich in die Tentakeln fort, durch eine Flimmerbewegung den Chylus auch diesen Theilen zuführend. Die Geschlechtsorgane liegen bei beiden an den Scheidewänden, bei den Cylicozoen, durch den Mangel des Magenschlauchs bedingt, unmittelbar an der Kopfscheibe. Respirationsorgane fehlen, da das Wasser mit der Nahrung direct dem Chylus beigemengt wird. Dagegen finden sich Nieren in der Form fadenförmiger Drüsenschläuche, die in beiden Gruppen an den Mesenterialscheidewänden befestigt sind. Das Muskelsystem tritt in der Form strahlig die hintere Körperfläche durchziehender Bündel auf, welche, an den Seiten zur Mundöffnung herabsteigend, Längsfasern bilden und hier von kreisförmig diese umziehenden noch verstärkt werden. Das Nervensystem ist mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen; doch findet es sich höchst wahrscheinlich als einfaches Ganglion im Centrum der hintern Körperhälfte. Tentakeln als Sinnes- und Greiforgane stehen radiär am vordern Ende, bei den Anthozoen an seitliche Symmetrie erinnernd.

Gegenüber diesen beiden Gruppen stehen die Hydroiden als sehr einfach organisierte Thiere da. Ihr Körper zeigt eine cylindrische Höle ohne Scheidewände, aber auch ohne Gefässe, deren Öffnung das Vorderende einnimt. Von Organen hat man ausser den die Körperwandungen in ähnlicher Weise einhüllenden Muskeln noch nichts

1) Auch hier unterschied *Leuckart* am schärfsten.

Digitized by Google

wahrgenommen. Die auch hier wahrscheinlich nicht fehlende Absonderung von Harn ist wol wie die der Galle den die Leibeshöle auskleidenden Zellen übertragen. Charakteristisch für diese Gruppe ist die Vereinigung mehrerer Individuen zu einem Stocke, wobei die Leibeshölen der Einzelthiere durch centrale Verlängerungen mit einander in Verbindung stehen. Das Nervensystem würde daher in diesen Thieren einen das hintere Körperende einnehmenden Ring darstellen, wenn die niedrige histiologische Differenzirung dessen Auffinden wahrscheinlich machte. Jene Stockbildung bringt nun aber noch die zweite Eigenthümlichkeit dieser Abtheilung mit sich, die Vertheilung der Geschlechtsfunction an besondere Individuen. In diesen nimt dann die Geschlechtsproduction die Leibeshöle ein, deren Vorderende wie sonst mit Öffnung und Tentakelkranz versehen ist, während ihre Ernährung durch die Verlängerung des allen gemeinschaftlichen Nahrungscanals gesichert wird. — Die genaue Begrenzung dieser Abtheilung wird dadurch erschwert, dass viele sonst hierher zu rechnende Formen Medusenammen sind und sich manche derselben vielleicht durch freie medusenartige Sprossen fortpflanzen können. Von den Acalephen sind aber alle wahren hydroiden Polypen durch die einfache Leibeshöle und den Mangel der Gefässe unterschieden, welche, als sich zunächst an die hauptsächlichste morphologische Eigenthümlichkeit der ganzen Classe anschliessend, das bedeutendste Gewicht bei Beurtheilung zweifelhafter Fälle hat.

Vollständig entsprechend den drei Modificationen des Polypentypus treten auch unter den Acalephen drei verschiedene Ausbildungen des ihnen eigenen Organisationsgesetzes auf. Sie sind sämtlich von den Polypen durch die im Verhältnis zur Körpersubstanz enge Leibeshöle und die von letzterer ausgehenden Gefässe unterschieden, welche vom Grunde der Leibeshöle aus in der Vierzahl strahlig nach der Peripherie verlaufen und hier am vorderen Körperrande in ein Ringgefäss zusammenmünden. Die Analogien der drei Acalephengruppen mit jenen der Polypen erstrecken sich nun nicht bloss auf allgemeine Verhältnisse, sondern, wie gleich gezeigt werden soll, selbst auf untergeordnetere. Die Hydroiden waren dadurch ausgezeichnet, dass ihre das ganze Vorderende des Körpers einnehmende Mundöffnung in eine cylindrische Aushölung des Körpers führte. Ganz dasselbe finden wir bei den Siphonophoren. Während bei den anderen Acalephen das vordere Körperende wie bei den Anthozoen und Cylicozoen von einer Membran bedeckt ist, welche in der Mitte die Mundöffnung trägt, fehlt diese Randhaut den Siphonophoren. Das dem Vorderende der Körpersubstanz angehörende Ring-

gefäss liegt daher hier um den Mund, während es bei den Discophoren an die Peripherie des schirmförmig verbreiterten Körpers gerückt ist. Wie bei den Hydroiden, so sind auch mehrere Siphonophorenindividuen zu einem Stocke vereinigt, welcher wie dort von einem allen Einzelindividuen gehörigen Nahrungscanal durchzogen ist. Waren bei den Hydroiden nur die Geschlechtsfunctionen besonderen Individuen übergeben, so treten hier nicht bloss Geschlechtsthiere, sondern noch Ernährungs- und Locomotionsthiere auf, welche aber alle in dem allgemeinen Baue sich als Individuen darstellen und zwar durch die Gefässe als Acalephenindividuen. Die Schwimmglocken sowol als die Geschlechtskapseln haben ein die vordere Körperöffnung umziehendes Ringgefäss, welches durch vier nach dem Centrum laufende strahlige Canäle mit dem allgemeinen Nahrungscanal in Verbindung treten. Von anderen Organen hat man nur Muskeln gefunden, welche wie bei den Polypen der Haut angehören, während Nerven gleichfalls noch vermisst werden. Schliessen sich hierdurch die Siphonophoren auf eine, wie ich glaube, zweifellose Weise an die Hydroiden an, von denen sie jedoch durch das Vorhandensein der Gefässe wesentlich abweichen, so entsprechen auch, was schon *Leuckart* hervorhebt, die Discophoren den Cylicozoen. Sie sind wie jene durch den Mangel eines Magenschlauchs ausgezeichnet. Das vordere Körperende ist von der Randhaut bedeckt, welche um die Mundöffnung zuweilen eine canalartige Verlängerung bildet. Diese trägt dann am freien Ende entweder vier armartige Fortsätze oder diese sind im Centrum verschmolzen, auf diese Weise vier Mundöffnungen bildend. Das Nervensystem ist aus dem Centrum an die Peripherie gerückt, am Ringgefässe einzelne ganglionöse Anschwellungen zeigend. Letzteres schickt wie die Intermesenterialräume der Polypen Fortsätze in die an der Peripherie des Schirmes befindlichen Tentakeln, während in der Nähe ihres Ursprunges an der Randhaut die Generationsorgane liegen. Die Ctenophoren sind wie die Anthozoen durch den Besitz eines Magenschlauchs ausgezeichnet, welcher mit einer weiten oder zwei seitlichen Öffnungen in die (hier Trichter genannte) Leibeshöle mündet. Von hier aus nehmen wieder Canäle ihren Ursprung, welche um den Mund (in Folge der den Ctenophoren eigenen Reduction der Randhaut) ein Ringgefäss bilden. In Folge einer centralen Verschmelzung der Ursprungsstelle dieser Gefässe aus der Leibeshöle tritt diese letztere bei anderen Acalephen peripherisch verbreitet eben als Trichter auf; die Mündung des Magens ist jedoch hiernach eben sowenig als After zu deuten. Hinter demselben liegt das centrale Ganglion. Von den vier Radien des

Digitized by Google

Acalephenkörpers sind bei den Ctenophoren meist zwei vorzugsweise entwickelt, wodurch sie (wie die ihnen verwandten Anthozoen) seitlich symmetrisch aufgefasst werden können. Die Generationsorgane liegen zu Seiten der Gefässe, wie die der Anthozoen an den Intermesenterialräumen. — Eigenthümlich ist das Auftreten zweier symmetrischen Fangorgane bei den Ctenophoren, welche reichlich mit Nesselorganen (zuweilen in eigenthümlicher Ausbildung) besetzt sind und in ähnlicher Weise, obschon nur unpaar bei den Siphonophoren vorkommen, hier von den Individuen weg an deren Basis in Verbindung mit dem allgemeinen Nahrungscanal tretend.

§. 73.

Echinodermen.

Gegenüber den Coelenteraten stellen die Echinodermen eine Thierclasse dar, welche durch ihre von jenen so wesentlich abweichende Organisation gewiss zu einer selbständigen Stellung im Thierreiche berechtigt ist, da die Punkte, in denen sie mit jenen übereinstimmen, nicht bedeutender sind, als die zwischen einem Arthropod und Wirbelthier vorhandenen Analogien, nämlich nur die strahlige Anordnung des ganzen Körpers. Von den Coelenteraten sind die Echinodermen durch den von der Leibeshöle getrennten, mit besonderen Wandungen versehenen Darm unterschieden; und der vollständige morphologische Abschluss desselben, welcher vielleicht durch das Auftreten des Magenschlauchs bei Anthozoen und Ctenophoren vorbereitet wurde, ist um so bedeutungsvoller, als sich in nothwendiger Folge (s. §. 8. p. 48) das Auftreten anderer Systeme an denselben anschliesst, nämlich das eines besondern Gefässsystems, Respirations- und Harnsystems. Alle diese Systeme finden wir denn auch bei den Echinodermen.

Die äussere Form dieser Thiere führt noch schärfer, als es bei den Coelenteraten der Fall war, auf einen strahligen Bau. Während derselbe bei jenen sich im Äusseren besonders durch die kreisförmig gestellten Tentakeln aussprach, ist bei den Asteriden, Ophiuren und Crinoiden der ganze Körper sternförmig; die mittlere Scheibe des Sterns nimt bei den beiden letzten allein die Leibeshöle ein, welche sich jedoch bei den Asterien in die Arme fortsetzt. Die eine Fläche desselben trägt den Mund und die Locomotionsorgane, die andere den After, wo derselbe vorhanden ist. Denken wir uns die Strahlen dieses Sterns nach der den Füsschen entgegengesetzten Fläche umgebogen und mit ihren Spitzen und Seitenrändern verwach-

sen, so resultiert die sich der Kugelform nähernde Gestalt der Echiniden. Die auf der äusseren Fläche in der hier typischen Fünfzahl vorhandenen Reihen von Locomotionsorganen lassen auch in dieser Kugelgestalt die fünf Strahlen erkennen. Streckt sich diese Kugel zu einem Cylinder, an dessen Vorderende der Mund, an dessen Hinterende der After angebracht ist, so erhalten wir den im Allgemeinen schon wurmähnlichen Körper der Holothurien, welcher jedoch durch die gleichfalls in fünf Längsreihen vorhandenen Füsschen sich als strahlig ausweist. Allgemein bezeichnet man die den ursprünglichen Radien entsprechenden Flächen mit den Ambulacralreihen als Radien, Brachialfelder u. s. f., die zwischenliegenden als die Interbrachial- oder Interambulacral- oder Interradialfelder oder -Räume. Trotz dieser so auffallenden radialen Anordnung des ganzen Körpers ist doch bei vielen Echinodermen eine Hinneigung zur seitlichen Symmetrie nicht zu verkennen. Schon bei manchen Crinoiden liegt der Mund oder der After excentrisch auf der Bauch- oder Mundfläche, ohne jedoch dadurch eine Störung der vegetativen Gleichheit der fünf Arme zu bedingen. Bei den Asteriden und Ophiuren tritt aber ein Gebilde auf, welches meistens in einem der Interbrachialräume gelegen zuerst zur Bestimmung des rechts und links bei diesen Thieren benutzt wurde, die Madreporenplatte. Man hielt dieselbe früher für den Befestigungspunkt des Echinoderms an der Larve, bis *Joh. Müller* ihre frühzeitige und selbständige Bildung fand. Nach der Auffindung mehrerer Madreporenplatten bei einigen Asterien konte sie nicht mehr als Ausgangspunkt zur Bestimmung der seitlichen Symmetrie benutzt werden. *Joh. Müller* hat dagegen nachgewiesen, dass bei Echinen die Lage der Afteröffnung hierzu brauchbar sei. Dieselbe ist stets einem der fünf Ambulacralfelder genähert und *Müller* zeigte, dass dieser aftertragende Radius der vordere sei, so dass dann zwei vordere und zwei hintere Interradialräume auftreten, auf denen die Lage der einfachen Madreporenplatte wechselt. Auch bei den mit After versehenen Seesternen lässt sich dies theilweise anwenden. Bei den Holothurien endlich wird der Übergang zur seitlichen Symmetrie zuweilen sehr auffallend durch Verkümmerung einiger Ambulacralreihen vermittelt, so dass nur zwei derselben übrig bleiben, welche mit dem zwischengelegenen Interradius die Bauchfläche bilden.

Durch *Joh. Müller's* Untersuchungen über die Entwickelung der Echinodermen ist auch deren Anatomie so wesentlich gefördert worden, dass sich jetzt schon eine allgemeine Übersicht über ihren Bau geben lässt. Während die Haut der Coelenteraten nur durch ein das zellige Parenchym ihres Körpers überziehendes Epithelium

Digitized by Google

dargestellt wurde, findet sich hier, wie früher erwähnt, eine meist Kalkconcretionen enthaltende Cutis. Diese stellen das Skelet dieser Thiere dar, welches überall ein äusseres, der Haut angehöriges ist. Die dabei auftretenden Modificationen sind nur auf die Conformation der dasselbe bildenden Stücke bezüglich und ändern seine Relation zu den übrigen Systemen wenig. Das Centrum der Scheibe nimt bei den Crinoiden der auf den Stiel befestigte, aus mehreren radial angeordneten Kalktheilen bestehende Kelch ein. Derselbe mit den Armen ist gewissermaassen eine Wiederholung der cirrentragenden Stengelglieder, von denen sich nur eins bei der jungen Comatula findet, der Knopf. Bei den Pentacrinen liegen die Verticellarglieder gleichfalls ursprünglich unter dem Kelche und werden von ihm durch Zwischenschieben cirrenloser Glieder (Internodien) getrennt. Die Arme und Pinnulae bestehen aus verkalkten kurzen Cylindern, welche durch Gelenkverbindung zusammenhängen. Sie sind auf der Bauchfläche von einer weichen, eine zum Munde sich fortsetzende Rinne bildenden Haut, dem Perisom, überzogen. In dieser Rinne liegen die Ambulacren, innerhalb der Kalkglieder der Wassergefässstamm. Obschon bei den Crinoiden das gegenseitige Verhältnis der beiden Gebilde nicht ganz aufgeklärt ist, so bezeichnen doch die bei den übrigen Echinodermen auftretenden Verhältnisse das der Crinoiden als das typische. Bei den Echinen liegt nämlich das Wassergefäss mit den Ambulacralbläschen innerhalb, die Ambulacren das Skelet durchbohrend ausserhalb des Skelets, bei den Asterien liegt beides in einer vom Perisom überdeckten wirbelartigen Rinne der Bauchseite der Arme, welche bei den Ophiuren von einer unpaaren accessorischen Platte geschlossen wird. Die ursprüngliche Ringform der Ambulacralskelettheile ist bei Echinus nur an den Auriculae erhalten, jenen bogenförmigen Fortsätzen der Schale nach innen zur Befestigung des Kaugerüstes. In dem durch sie gebildeten Loche liegt das Wassergefäss. Der untere (hier innere) Theil des Ringes schwindet aber bei den Echinen und nur die obere Verwachsung zwischen Ambulacrum und Wassergefäss bleibt. Bei den Asterien und Ophiuren besteht umgekehrt die obere Vereinigung und bildet die Wirbelstücken, die untere schwindet aber, so dass Ambulacrum und Gefäss in derselben Höle zu liegen kommen. Die Rückenhaut der Asterien enthält nur netzförmig verbundene Kalktheile ohne Bildung eines beweglichen Skelets, ähnliche, noch zerstreutere und nach den Gattungen und Arten charakteristische die der Holothurien, deren die Ambulacren tragende Hauttheil dem untern Segmente des Ambulacralskeletrings der Echinen entspricht. Der Kalkring der Holothurien

entspricht nicht dem Skelette der übrigen Echinodermen, sondern dem Kaugerüste der Echinen. — Der nur bei einigen Crinoiden aus dem Centrum gerückte Mund führt in einen Darm, welcher nur selten ohne After blind endigt. Der After bezeichnet das hintere Ende der centralen Achse, und wird nur bei den Crinoiden, bei denen er sich auf der Bauchfläche findet, wesentlich aus dieser Lage gebracht. Er ist durch ein dünnes Mesenterium aufgehangen, welches jedoch ohne Beziehung auf seine Blutgefässe ist. — Das Gefässsystem ist in zwei Theile getrennt, von denen das Blutgefässsystem vollständig geschlossen ist, während das andere wahrscheinlich überall dem Wasserzutritt an einigen, noch nicht überall sicher ermittelten Stellen geöffnet ist. Nur das letztere ist sicher gekannt. Von ersterem kennt man bis jetzt nur den Ring um den Oesophagus mit den zu diesen tretenden Ästen und das Herz. Das Wassergefässsystem bildet gleichfalls einen Ring über dem der Blutgefässe; von diesen gehen fünf Äste in die Arme, bei Asterien und Echinen direct, bei Holothurien so, dass sie zunächst nach dem Kalkringe aufsteigen und dort in die Zweige für die Tentakeln und Ambulacralreihen sich theilen. An dieser Stelle treten zuweilen blinddarmförmige Verlängerungen auf. Andere dergleichen finden sich bei allen Echinodermen am Ringgefäss, einmal die sogen. Poli'schen Blasen, welche in der Zahl von 1 bis über 20 schwanken, und dann der Steincanal, welcher als Anfang des Wassergefässsystems zu betrachten ist. Letzterer beginnt mit einer oder mehreren porösen Platten an der Peripherie des Körpers bei den Asterien und Echinen, den Madreporenplatten. Bei den Crinoiden sind vielleicht die porösen Felder der Bauchfläche mit dem Wassergefässsystem in Verbindung zu bringen, obschon man eine solche noch nicht nachzuweisen vermocht hat. An die innere Fläche derselben heftet sich der bei Asterien mit kalkigen Wänden versehene Steincanal und steigt von da aufwärts zum Oesophagealring. Unter den Echinen haben nur die Cidaris verkalkte Wände im Steincanal. Bei den Ophiuren ist eins der Mundschilde zuweilen ausgezeichnet, jedoch nicht porös. An die innere Fläche derselben findet sich ein mit gegitterten Kalkplättchen in seinen Wänden versehener Steincanal geheftet. Bei den Holothurien hat sich der Canal ganz von der Verbindung mit der Haut gelöst und hängt frei in der Leibeshöle, zuweilen in seinem blinden Ende an eine Madreporenplatte erinnernde Kalkmasse enthaltend. Die Äste des Wassergefässsystems für die Arme bilden nun gleichzeitig die Locomotionsorgâne, indem sie unter jedem Füsschen in eine contractile Blase schwellen, welche einen Zweig in das Ambulacrum selbst sendet, so dass diese geschwellt werden können. Ein eigent-

Digitized by Google

liches Herz kennt man nur bei einigen Echinodermen, es stellt nur eine leicht verdickte Stelle des Oesophagealgefässes dar. Aus ihm geht die Fortsetzung des Gefässes am Darme weiter, zuweilen in zwei Ästen, die den Darm zwischen sich nehmen. Bei den Asterien und Echinen findet sich noch ein Gefässring um den After dicht unter der Rückenschale, der einen Ast zum Herzen sendet. Wie die Peripherie und die Lungen der Holothurien mit Blut versorgt werden, ist noch zu untersuchen. Vielleicht verlaufen die Radialgefässe mit den Nerven, Scheiden um diese bildend, welche jedoch auch mit den Wassergefässen zusammenhängen könten[1]). Die Function der Respiration übernimt in den meisten Fällen das dem Wasser direct zugängliche Wassergefässsystem. Nur die Echinen und Holothurien haben besondere Organe, erstere Kiemen, letztere Lungen. Bei allen ist die Leibeshöle mit Wässer gefüllt, und hängt so mit den Wassergefässen zusammen. Über die muthmaasslichen Nieren der Echinodermen s. p. 149. Das Nervensystem bildet einen Ring um den Oesophagus über dem des Wassergefässsystems. Es sendet fünf Äste in die Radien. Sinnesorgane sind nicht gefunden. — Die Generationsorgane liegen ursprünglich paarig in den Interradien und münden bei den Echinen auf besonderen um den After gestellten Platten aus. Bei den Holothurien findet sich nur eine einfache neben der Mundscheibe sich öffnende Geschlechtsdrüse.

Nach allem ergeben sich die Organisationsverhältnisse der Echinodermen als sehr fest bestimmte. Tritt auch zuweilen eine Störung der vegetativen Gleichheit der fünf Radien oder ein Verkümmern gewisser zu jedem derselben gehöriger Organe ein, so ist doch überall die strahlige Anordnung nicht zu verkennen. Die Achse des Körpers bleibt stets eine Linie; selbst da, wo eine sichtliche Symmetrie deutlich hervortritt, kann man noch nicht von einer Achsenebne sprechen, welche bei den sämtlichen nun folgenden Classen nirgends fehlt.

---

1) s. *Joh. Müller*, im Archiv 1850. p. 231.

Digitized by Google

Fünfzehntes Capitel.

Würmer.

§. 74.

Wie schon die mannichfachen Versuche, die gewöhnlich als Würmer bezeichneten Thiere systematisch zu vertheilen, beweisen, ist es ziemlich schwierig, in dem Formenreichthum dieser Classe auf alle Fälle gegründete typische Organisationsverhältnisse nachzuweisen. Zunächst tritt aber hier ein wesentliches morphologisches Moment entgegen, die seitliche Symmetrie. Dieselbe macht es möglich, alle hierher gehörigen Formen von den Echinodermen alsbald zu unterscheiden; die gestreckte Form des Körpers und eine zuweilen auftretende Gliederung derselben bilden dann ferner die Hauptstützen des äussern verminen Habitus der zu betrachtenden Classe. Jedoch sind die beiden letztgenannten Verhältnisse durchaus nicht allgemein allen Würmern eigen. Der Körper ist häufig kurz, platt, sehr oft ohne Ringelung, zuweilen nur mit Andeutung derselben in der Haut; am andern Ende der vorliegenden Formenreihe stehen aber langgestreckte Thiere mit sehr auffallend in Segmente getheiltem Körper. Diese Segmente sind alle vollständig homonom, d. h. die vegetative Gleichheit derselben ist nirgends gestört, sie tragen dann sehr häufig locomotive Anhänge, welche hier jedoch stets der Haut angehören und nirgends von den anderen Systemen mehr in ihren Bildungskreis ziehen, als zu ihrer Befestigung und Bewegung an letzteren von nöthen ist. Es bleibt daher an der äusseren Gestalt die seitliche Symmetrie zunächst allein übrig. Was dieselbe jedoch zu einem morphologischen Charakter der sie tragenden Thiere macht, ist ihre Verbindung mit anderen Organisationsverhältnissen. Bei höheren Classen seitlich symmetrischer Thiere findet sich entweder an dem wenn auch einfach sackförmigen Körper doch eine Andeutung der distincten Vertheilung der einzelnen Organgruppen; oder der in Segmente getheilte Thierleib zeigt mehrere derselben zu gewissen morphologischen Gruppen vereinigt. Bei den Würmern ist entweder wie erwähnt die Segmentirung homonom, so dass selbst das vorderste Segment seine Bedeutung als Kopf verliert, oder dieselbe fehlt ganz gleichzeitig mit jeder in der äussern Gestalt nachzuweisenden Anordnung gewisser Organgruppen. Die von der Gesamtform der Würmer hergenommene mor-

Digitized by Google

phologische Charakteristik ist daher vorläufig nur dahin festzustellen, dass sie seitlich symmetrische Thiere sind.

Nicht besser als mit der äusseren Form gelingt es, die anatomischen Verhältnisse der Würmer auf einen Plan zu reduciren, obschon hier gewisse Anhaltepunkte gefunden werden dürften. In Bezug auf die Anwendbarkeit dieser letzteren tritt aber bei den Würmern ein Umstand auf, welcher mehr als in irgend einer anderen Classe ein Festhalten an denselben erschwert. Die Lebensverhältnisse der Würwer sind nämlich verschiedener als die irgend anderer Thiere. Hiermit hängt zusammen, dass selbst, wenn es gelingt, den Plan, nach welchem die Würmer im Ganzen gebaut sind, zu finden, doch in sonst wichtigeren Verhältnissen eine Variation eintritt, welche die Beurtheilung des wirklich Wesentlichen ausserordentlich erschwert. Während die den Anfang der Reihe bezeichnenden Formen keinen Darmcanal besitzen, ist derselbe bei den höchsten Formen entsprechend den Segmenten des Körpers gleichfalls in Abschnitte getheilt. Das Gefässsystem, welches bei den höheren Formen vollständig geschlossen ist, findet sich bei niederen Formen kaum rudimentär. Das Nervensystem, als das häufig die Gesamtform und Organisationsstufe bezeichnende System, zeigt bei den höheren Formen eine typische Gliederung, bei den niedersten Formen höchstens, wenn es überhaupt nachgewiesen ist, eine einfache Anschwellung. Der Ort, wo diese sich findet, über dem Munde im sogen. Nacken, bietet nun wol eine solche Constanz dar, dass die Gegenwart eines Nackenganglion als dem Wurmkörper typisch angesehen werden könte. Indessen ist dasselbe gerade bei den Formen, deren sonstige Verhältnisse einer allgemeinen Auffassung Schwierigkeiten entgegensetzen, nur undeutlich oder gar nicht nachgewiesen. Das Muskelsystem, dessen morphologisches Verhalten mit dem Nervensystem schwankt, zeigt wenigstens ein durchgreifend charakteristisches Merkmal; es besteht nur aus glatten Muskelfasern. Indess wird die Bedeutung dieser Structurverhältnisse durch die Uebergangsformen der Muskelfasern selbst wieder beträchtlich geschmälert. Die Generationsorgane sind endlich gleichfalls nach so verschiedenen Typen angeordnet, dass sie wol zur morphologischen Charakterisirung der Hauptgruppen zu benutzen sind, um so mehr, da sie die einzigen sich in allen Formen erhaltenden Organe sind; es ist jedoch für eine Aufstellung eines allgemeinen Planes auch dies System nicht anwendbar. Es ist nun aber zu bemerken, dass die Unsicherheit, welche für die Erkenntnis des verminen Typus aus dieser Variabilität der sämtlichen Systeme hervorgeht, durch zahlreiche Mittelglieder einigermaassen ausgeglichen wird. In keiner andern

Digitized by Google

Classe wird aber gerade durch diese dringender auf eine Betrachtung der relativen Correlationsfähigkeit hingewiesen, als bei den Würmern. Halten wir zunächst den Bau der Würmer für feststehend und bekannt, so wird die Gesamtform des Körpers das erste bleibende Moment sei. Die Organe zur Erhaltung des Individuum werden jedoch schon je nach dem Aufenthalt und der Lebensweise der Thiere mannichfach variiren. Da die parasitischen Formen der Würmer nur schon vorbereitete Nahrung, welche sie allseitig umgibt, aufzunehmen brauchen, wird bei ihnen selbst die Gegenwart eines Darmcanals nicht mehr gefordert. Mit dem Schwinden desselben wird die Gegenwart des Gefässsystems eigentlich auch überflüssig. Es tritt jedoch hier die Frage vor, ob sich von diesen Organen nicht Theile wenigstens erhalten müssen, um das Thier als Wurm zu charakterisiren. Es finden sich auch wirklich bei den Anenteraten Längsgefässe vor, welche nicht dem Darme, sondern den Gefässen der andern Würmer entsprechen. Eben so verhält es sich mit den Respirationsorganen. Die Athemfunction ist sehr häufig nur auf die Wasseraufnahme reduciert; wir werden daher auch in darmlosen Formen nicht noch besondere Organe hierfür zu suchen haben, sondern die für den Stoffwechsel dieser Thiere trotz der geathmeten Nahrung nöthige Eigenathmung wird sich auf ein Aufnehmen respirabler Flüssigkeit beschränken. An die Athmung schliesst sich die Harnsecretion, welche fast überall durch besondere Organe ermöglicht wird. Mit der veränderten Lebensweise ist auch die Ausbildung der Organe zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt in ziemlich weite Grenzen gelegt. An das trotz der Unsicherheit wol typische Nackenganglion schliessen sich gemäss der seitlichen Symmetrie seitliche, einer medianen Verschmelzung fähige Nerven, welche in den höchsten Formen einen aus zwei seitlichen Hälften bestehenden, mit Ganglien versehenen Bauchstrang bilden. Das Nervensystem wird aber durch die aufgehobene Relationsfähigkeit mancher Formen so reduciert werden können, dass nur die Centralstelle übrig bleibt; diese dann an dem ihr eigenthümlichen Ort. Die constantesten Organe sind endlich die zur Erhaltung der Art. Ihre von den übrigen Organen verhältnissmässig wenig influenzierte Ausbildung hängt gleichfalls mit den gesamten Lebensverhältnissen der Thiere so eng zusammen, dass ihre grössere oder geringere Complexität vielleicht in eine nach dem Grade, in welchem den das Ei treffenden Möglichkeiten Rechnung getragen wird, geordneten Reihe gebracht werden kann; ein durchgreifender morphologischer Charakter findet sich aber schwerlich. Wir werden auf diese Weise dahin geführt, den allgemeinen

Digitized by Google

morphologischen Charakter der Würmer damit zu bezeichnen, dass dieselben seitlich symmetrische Thiere sind, deren Nervensystem ein Nackenganglion mit seitlichen Ästen bildet und deren Körper zuweilen eine homonome Gliederung zeigt.

§. 57.

Anenteraten.

Obgleich ich recht wol fühle, dass die unter diesem Namen begriffenen Cestoden und Acanthocephalen[1]) keine recht natürliche Gruppe bilden, indem dieselben einerseits den Trematoden sehr nahe verwandt sind, und sie andererseits unter sich bedeutende Verschiedenheiten erkennen lassen, so bedingt doch der für sie charakteristische Mangel eines Darmcanals so eigenthümliche Verhältnisse, dass ihre Morphologie wenigstens vorläufig für sich betrachtet zu werden verdient. Ohne darauf besonders Gewicht legen zu wollen, so ist doch in der kreisförmigen Anordnung der, vielen Anenteraten eigenen Kopfanhänge eine Wiederholung der strahligen Symmetrie zu erkennen, an der zuweilen selbst das Gefässsystem Theil nimt. Die äussere Körperform der entwickelten Anenteraten entspricht keinem gemeinsamen Plane, indem die Geschlechtsthiere der Acanthocephalen wol den Ammen der Cestoden durch Entwickelung eines vorderen zuweilen retractilen Abschnittes, welches die Bewaffnung dieser Thiere trägt, ähnlich sind, dagegen von der geschlechtlich entwickelten Form der letzteren durch eben dieses Gebilde abweichen. Dieser vordere Körpertheil trägt meist einen Hakenkranz, häufig Saugscheiben, und einen Gefässkranz, welcher sich durch Längsgefässe in die des übrigen Körpers fortsetzt. Ein wesentlicher Unterschied ist hier durch die bei den Acanthocephalen vorhandene, bei den Cestoden fehlende Leibeshöle gegeben. *Leuckart* macht darauf aufmerksam, dass dies vielleicht auf analoge Verhältnisse weise, wie bei den Coelenteraten. Die parenchymatöse Körpersubstanz der Cestoden, in der die Genitalorgane und das Excretionsorgan liegen, entspräche dann der an Masse überhand genommenen Körperwandung, während dieselbe bei den Acanthocephalen zwischen dem centralen Gefässe und der Haut eine Leibeshöle entstehen liesse. Doch weicht auch die Anordnung der Gefässe selbst in beiden Abtheilungen schon ab, so dass diese Deutung doch sehr wenig für sich hat. Bei den Cestoden finden sich um ein mittleres vier Längsgefässe, welche von dem um den

---

1) s. *R. Leuckart*, Über die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere.

Hakenkranz der Amme vorhandenen Ringe aus durch die Einzelthiere verlaufen, in diesen dann quere Anastomosen bildend. Die Acanthocephalen haben dagegen nur zwei Längsgefässe mit eigenthümlichen Anhängen, den Lemnisci, deren Bedeutung trotz mancher Versuche sie zu erklären, noch unbekannt ist. Eben so verschieden ist die Anordnung der Generationsorgane. Während die Acanthocephalen getrennt-geschlechtlich sind, und ihr Ovarium nur einen einfachen Keimstock darstellt, sind die Cestoden Zwitter und stimmen in der Trennung ihres Ovariums in einen Keim- und Dotterstock, sowie in der Verbindung beider mit dem ausführenden Theil der männlichen Geschlechtsdrüse ganz mit den Trematoden überein (s. Fig. 45. p. 326). Die Übereinstimmung, welche beide Gruppen in Betreff der Anordnung ihres Nervensystems zeigen, bezieht sich mehr auf das beiden als Würmern eigene Lagerungsverhältnis dieses Systems, als dass es eine nähere Beziehung zwischen ihnen vermittelte. Bei den Acanthocephalen liegt es im Grunde der Rüsselscheide, bei den Ammen der Cestoden hat man es an einer ähnlichen Stelle im Kopfende wiederzufinden geglaubt, obschon mir über die Natur dieses Gebildes noch einige Zweifel obzuwalten scheinen. Der Hautmuskelschlauch beider Abtheilungen weicht in seinem Bau gleichfalls und dadurch von einander ab, als die Längsfaserschicht bei den Acanthocephalen nach aussen, bei den Cestoden nach innen liegt. Den letzteren eigenthümlich ist endlich die Dauer der organischen Verbindung der auf monogenem Wege gezeugten Geschlechtsthiere mit der Amme. Die Übereinstimmung der beiden Gruppen der Anenteraten beschränkt sich daher auf verhältnismässig sehr wenig Momente, und es ist von ferneren Untersuchungen dieser Thiere sowohl als anderer Abtheilungen der Würmer zu erwarten, ob beiden ein bedeutungsvollerer allgemeiner Plan zu Grunde liegt.

§. 76.

Apoden.

Waren auch die Anenteraten als seitlich symmetrische Thiere nicht zu verkennen, so tritt doch erst bei den Apoden, welche ich hier gleichfalls im Sinne *Rud. Leuckart's*[1]) nehme, die den Würmern wie Arthropoden eigene Achsenebene deutlich hervor, zu deren beiden Seiten die in der Mehrzahl vorhandenen Organe symmetrisch an-

1) Die Sipunculiden und Rotiferen würden jedoch wol mit dieser Gruppe zu vereinigen sein.

geordnet sind. Die Gesamtform der Apoden entspricht schon im Allgemeinen dem Bilde einer gestreckten verlängerten Wurmgestalt. Die meisten sind jedoch dabei platt gedrückt, zuweilen selbst ziemlich verbreitert. Bei den höheren Formen derselben tritt auch eine Gliederung des Körpers, anfangs als Faltenbildung der Haut, dann als durchgreifende, auch auf innere Organe ausgedehnte Segmentbildung auf. Bei manchen Discophoren[2]) tritt durch einen vorderen Saugnapf eine Art Kopf auf; es ist dies Gebilde jedoch nicht streng als solches zu deuten, da seine Lage durchaus nicht überall (Trematoden) an das vordere Leibesende gebunden ist. Bei den Rotiferen bezeichnet das Räderorgan das Vorn.

Die Organisationsverhältnisse anlangend, so kömt allen Apoden ein Darm zu, dem zuweilen ein After fehlt. Die Mundöffnung liegt meist mehr oder weniger an der Bauchseite, während der After, der nur bei einigen Rotiferen weiter nach vorn gerückt ist, häufig der Rückenfläche angehört. Erstere führt in eine häufig mit einem vorstreckbaren Rüssel versehene Höle; der Rüssel ist jedoch bei den Nemertinen als selbständiges Gebilde vor den Mund gerückt. Der Darm selbst verläuft nur bei wenigen Formen einfach durch den Körper (Rotiferen, Rhabdocoelen), meist trägt er seitliche Ausläufer, welche, anfangs einfach, sich zuweilen wiederum ästig theilen (Discophoren, Nemertinen, Trematoden, Dendrocoelen); in manchen Trematoden ist er vom Schlunde an gabelig getheilt. Auf die Function verweisende verschiedene Abtheilungen sind streng genommen nicht vorhanden; die Drüsenzellen sind ziemlich gleichmässig auf seiner Oberfläche vertheilt; nur im Anfangstheile des Darms hat man (zuweilen einzellige) Drüsen gefunden und den Speicheldrüsen verglichen. Die Segmentbildung des ganzen Körpers übt nur bei den Discophoren ihren Einfluss auf den Darm aus, indem hier die vorderen Darmblindsäcke den Segmenten entsprechen, während die hinteren grösseren über mehrere Segmente sich erstrecken und vielleicht aus einer Verschmelzung einzelner hervorgegangen sind. Die bezüglich des Gefässsystems auftretenden Verhältnisse sind noch nicht vollständig gekannt. Es scheinen auch hier überall zwei von einander unabhängige Gefässarten vorhanden zu sein, von denen die eine das Nährblut führt, die andre die mit Zellen versehene Respirationsflüssigkeit. Hauptgefässe des Nährbluts sind überall zwei seitliche Längs-

2) Collidirt auch dieser von *Grube* (Die Familien der Anneliden. Berlin 1851. p. 4.) vorgeschlagene Name mit der Bezeichnung einer Abtheilung der Acalephen, so ist er doch dem der Hirudineen vorzuziehen.

Digitized by Google

stämme, welche über dem Schlunde eine contractile Schlinge bilden. Zu diesen beiden Seitengefässen, welche häufig Queranastomosen bilden, treten bei den Discophoren ein oberes und unteres medianes Gefäss. Die gewöhnliche Bezeichnung der letzteren als venöse ist nicht stichhaltig, da die Gefässe für die Respirationsblasen aus den Seitengefässen entspringen. Ähnlich sind die Wassergefässe angelegt. Doch ist hier noch ferneren Untersuchungen ein weites Feld offen. In manchen Formen scheint dies System nur auf die Leibeshöle reduciert zu sein, welche durch seitliche Poren direct Wasser einlässt; auf der andern Seite steht z. B. das Wassergefässsystem der Rotiferen häufig durch einen förmlichen Sipho mit dem umgebenden Wasser in Communication. Mit der Ausbildung dieses Systems stehen die eigentlichen Respirationsorgane wie es scheint in umgekehrtem Verhältnis; es würden sich dergleichen nur bei den Discophoren finden, wenn die sogen. Respirationsblasen wirklich solche wären, was jedoch wenig wahrscheinlich ist. In dem Vorhandensein eines als Niere zu deutenden Excretionsorgans scheinen die meisten Apoden übereinzustimmen, obschon es bei gar manchen nur unsicher erkannt ist. Was die Generationsorgane anlangt, deren allgemeine Verhältnisse schon unten (§. 25, a) erörtert wurden, so sind nur die Nemertinen getrennten Geschlechts, alle andern Apoden sind Zwitter und zwar sind die Turbellarien und Trematoden durch den Besitz besonderer Dotterstöcke ausgezeichnet, welche nur bei den Dendrocoelen und der Gattung Macrostomum vereinigt sind. An der Vereinigungsstelle beider mündet das *vas deferens*. Die Discophoren besitzen dagegen wieder nur ein einfaches Ovarium ohne besonderen Dotterstock. Das Nervensystem der Apoden schliesst sich am engsten an die für die Würmer als typisch erkannte Anordnung und lässt dann sehr schön den Übergang zu dem bei höheren Formen allein auftretenden Bau erkennen. Centralorgan ist überall eine über oder vor dem Schlunde gelegene Ganglienmasse, welche entweder paarig oder durch mediane Verschmelzung unpaar ist, zuweilen sogar in zwei dicht hinter einander liegende Ganglienpaare zerfällt (Nemertinen, Discophoren). Aus den Seiten dieses Nackenganglion, oder des hinteren Paares, wo deren mehrere sich finden, treten zwei Nervenstämme, welche den Seiten des Körpers entlang laufen und zuweilen schon da, wo der Körper noch nicht gegliedert ist, in einzelne Ganglien anschwellen (einige Nemertinen). Bei den Discophoren treten diese Seitenstämme auf die Bauchseite nebeneinander und werden dann in den constant vorhandenen Bauchganglien durch quere Commissuren mit einander verbunden. Durch die vorderste Commissur wird ein Ring um den

Digitized by Google

Schlund gebildet, welcher jedoch hier, wie wol überall bei wirbellosen Thieren, durch Modification eines einfacheren typischen Verhaltens gebildet wird. Das hier, wie es scheint, nicht an bestimmte allgemeine Organisationsverhältnisse gebundene Auftreten von Sinnesorganen, wurde früher schon besprochen. Das Muskelsystem ist überall nur Hautmuskelschlauch; bei den Trematoden und Turbellarien wird das ganze Körperparenchym contractil, vielleicht in Folge des Überwiegens der Haut über die eigentliche Leibeshöle. Äussere Bewegungswerkzeuge finden sich nur bei den Trematoden und Discophoren als Saugnäpfe, von denen der hintere der constantere ist, und bei den Rotiferen, deren Räderorgan wie ein vorderer Saugnapf dem vordern Körperabschnitt als Anhangsgebilde gehört, denselben zu einem sogen. Kopf auszeichnend. Häufig werden Flimmern als bewegendes Moment benutzt.

Vergleichen wir die Apoden mit den Anenteraten und den gleich zu besprechenden Annulaten, so ergeben sie sich als diejenigen Würmer, welche den allgemeinen Typus dieser Classe am meisten ausgesprochen besitzen, während durch die beiden andern Gruppen der Anschluss der Classe an andere vermittelt wird. In Bezug auf die Differenzirung des Typus innerhalb der Abtheilung der Apoden, so stehen gewissermaassen die Nemertinen und rhabdocoelen Strudelwürmer in der Mitte, während die Rotiferen (von anderer Seite her die Sipunculiden) und die Discophoren die Endwerthe desselben bezeichnen. Nackenganglion, verzweigter oder ausgebuchteter Darm und Andeutungen eines doppelten Gefässsystems würden als die constantesten Verhältnisse zu bezeichnen sein. An dieselben schliessen sich die Seitennerven mit ihrer medianen Commissur auf der Bauchfläche, das Fehlen oder Vorhandensein des Afters, das Auftreten besonderer Bewegungswerkzeuge, welche hier noch nirgends als paarige den Seitenflächen des Körpers angehörende Anhänge der äusseren Bedeckungen auftreten. Vielleicht dürfte sich auch eine constante Beziehung zwischen der Ausbildung des Nervensystems und der Anwesenheit von Sinnesorganen ergeben, ebenso wie eine solche schon für das Wassergefässsystem und Respirationsorgane angegeben wurde. Nach dem hier mitgetheilten wird es auch ersichtlich, dass die Discophoren richtiger mit den Apoden vereinigt werden als mit den Annulaten. Steht auch ihr Nervensystem auf einer höheren typischen Bildungsstufe als das der meisten übrigen Apoden, so finden sich dagegen auch unter den Annulaten Formen, deren Nervensystem keinen Bauchstrang, sondern zwei Seitenstämme bildet (Peripatus). Die bei ihnen nur schwach ausgesprochene Gliederung entspricht aller-

Digitized by Google

dings wol der der meisten Annulaten, indess ist hier die übrige Organisation auf einer andern Stufe wie dort, so dass dieselbe wol den Anschluss an jene vermitteln, aber die Gesamtbehaftungen sie doch hierher verweisen.

§. 77.

Annulaten.

Gegenüber den Apoden bilden die Ringelwürmer unstreitig diejenige Gruppe der Würmer, bei denen der eigentliche vermine Typus die höchste mögliche Stufe der Ausbildung erlangt hat. Dabei ist die seitliche Symmetrie nicht bloss durch das Auftreten einer mittleren Achsenebene gegeben, sondern die zu beiden Seiten dieser gelegenen Gebilde ordnen sich in zwei verschiedene Abtheilungen, eine obere und untere, so dass hier der allerdings schon bei den Apoden auftretende Unterschied zwischen Rücken und Bauch scharf ausgesprochen wird. Eine zweite Ebene, welche auf der ersten rechtwinklig stände, ist jedoch hierdurch insofern nicht gegeben, als diese beiden nicht gleichwerthig sein würden, indem die eine durch die Symmetrie gebildet, die andere durch den morphologischen Gegensatz von oben und unten vermittelt würde. Die Gesamtform der hierhergehörigen Thiere ist stets gestreckt, der Körper der meisten in Segmente getheilt, an denen die Mehrzahl der Systeme sich betheiligt. An der Seite desselben treten ebenfalls bei den meisten Anhänge auf, welche ursprünglich der Seitenlinie angehörig bald auf die Bauchhälfte rücken. Nur in seltenen Fällen treten dann am Rücken ähnliche, den unteren jedoch morphologisch nicht entsprechende auf. Die Segmente des Körpers sind überall vollkommen gleichwerthig; nur am vordern und hinteren Ende desselben treten Verschmelzungen oder besonders geformte Anhänge auf, welche nur in wenig Fällen einen eigenthümlichen Kopf bilden. Die Haut ist im Allgemeinen weich, obschon chitinhaltig.

Die Organisationsverhältnisse schliessen sich eng an die der Apoden an, in manchen Fällen sich mit denen dieser Gruppe kreuzend. Die Mundöffnung liegt am vordern Körperende zuweilen mehr nach dessen Bauchfläche gerückt. Sie führt in einen weiten häufig vorstülpbaren Schlund. Der Darm verläuft anfangs gerade, den Segmenten entsprechend häufig anschwellend; endlich ist er länger als der Körper und macht mehrere Biegungen in der geräumigen Leibeshöle. Der After liegt meist central am Hinterende, selten etwas nach oben. Die Anhangsdrüsen des Darms sind hier meist auf bestimmte Abschnitte des Darms vertheilt, zuweilen finden sich

Digitized by Google

sogar schon kurze Leberblindsäckchen als erste Andeutung einer parenchymatösen Leber. Das Gefässsystem ist wahrscheinlich überall einfach, indem das Wassergefässsystem auf die durch seitliche Poren nach aussen öffnende Leibeshöle reduciert ist, welche gleichzeitig die Respiration übernimt, wo besondere Athemorgane fehlen. Hauptgefässe sind hier ein Rücken- und ein häufig paariger Bauchgefässstamm[1]), zwischen welchen der Darm liegt. Hierzu kommen dann zuweilen noch Seitengefässe, welche wie bei den Apoden durch Queranastomosen unter einander und mit dem Bauch- und Rückengefäss zusammenhängen. Contractile Stellen finden sich an der vorderen bogenförmigen Verbindung des Rücken- und Bauchgefässes, welche zuweilen in mehrfacher Zahl auftritt. Besondere Respirationsorgane fehlen den Nematoden und Lumbricinen; die Wasseraufnahme vermittelt hier die Athmung. Bei vielen der übrigen treten Kiemen als paarige Ausstülpungen der äussern Haut über den Locomotionsorganen auf, welche in ihrem localen Auftreten einige Modificationen zeigen, zuweilen in ihrer Form mit andern Anhangsgebilden zusammenfallen, zuweilen selbst ganz fehlen, so dass auch hier die in vielen Fällen nachgewiesene in andern nur angenommene Wasseraufnahme wahrscheinlich die Athmung ermöglicht[2]). Besondere Organe für die Harnsecretion sind nur in einigen Fällen bis jetzt nachgewiesen worden; es wird jedoch für einen allgemeineren Nachweis derselben mehr zu untersuchen sein, ein allgemeines morphologisches Bild der Nieren lässt sich für die Annulaten vorläufig nicht angeben. — Unter den Annulaten sind nur die Lumbricinen Zwitter, ihre Generationsorgane sind jedoch noch nicht genügend bekannt. Die Nematoden erinnern dadurch an die Trematoden, dass sich wahrscheinlich in einigen Formen ein, Nahrungsdotter secernirendes Organ vom eigentlichen Ovarium trennt (s. oben p. 178). Die Generationsorgane der übrigen sind die einfachsten, indem hier Eier und Samen von den Leibeswandungen an besonderen zellenreichen Stellen gebildet und in die Leibeshöle gebracht werden ohne besondere ableitende Theile. — Das Nervensystem lässt auch hier constant das Nackenganglion oder die über dem Mund liegende Centralmasse erkennen[3]). Die davon abtre-

1) So fand *Ecker* bei *Filaria attenuata* ein contractiles Rückengefäss. (Müll. Arch. 1845. p. 506.)

2) Der Name Branchiati für diese Abtheilung der Annulaten dürfte daher besser fallen.

3) Bei den Nematoden ist dieselbe noch zweifelhaft. Nur bei *Strongylus gigas* hat man einen vorn und hinten mit einer Anschwellung endenden Nervenfaden erkannt.

tenden Seitenäste sind nur bei Peripatus getrennt, bei allen übrigen in der Mittellinie des Bauches vereinigt und bilden hier unter Anschwellung in, den Segmenten entsprechende Ganglien den Bauchganglienstrang. Das Hirn gehört dem ersten, das erste Bauchganglion dem zweiten Segmente, so dass das erste constant ohne Bauchganglion ist. Vom Hirn entspringen ausserdem sogen. sympathische Fasern, welche sich direct zu den Eingeweiden begeben und das Eingeweidenervensystem darstellen, welches unter den Apoden nur bei den Discophoren angelegt war. Von Sinnesorganen sind Tentakeln bei den Borstenwürmern (mit Ausnahme der Lumbricinen) sehr allgemein. Dieselben umgeben entweder in grösserer Zahl die Mundöffnung oder finden sich zu mehreren an den ersten Segmenten des Körpers. An den übrigen Segmenten stehen sie meist einfach als zuweilen gegliederte Verlängerungen der Haut über den Locomotionsorganen. Eigenthümliche Hautanhänge sind die Elytren einiger Dorsibranchiaten, blattartige, sich zuweilen sehr leicht lösende Anhänge der Cutis, mit der sie auch in ihrer Structur übereinstimmen. Augen sind bei der Abwesenheit eines eigentlichen Kopfes nicht streng an das Vorderende des Körpers gebunden. Die Bewegungsorgane sind überall Anhänge des Hautmuskelschlauchs. Sie stellen meist ungegliederte epidermoidale Borsten dar, welche entweder direct der Haut eingepflanzt oder auf besonderen muskulösen Höckern der Seitenflächen des Körpers befestigt sind. Erleiden auch diese Fusshöcker zuweilen eine Spaltung, so vertheilen sich doch die beiden Hälften nie auf Rücken- und Bauchseite, sondern gehören beide der untern Hälfte des Thieres an. Sie enthalten die Wurzeln der für die Systematik sehr brauchbaren Borsten, welche mit den Höckern nur wenigen festsitzenden, ein Gehäuse absondernden Würmern fehlen. Dieselben fehlen auch den Nematoden gänzlich, mit Ausnahme der Gattung Hemipsilus. Andeutungen eines Hautskelets finden sich nur in den Dissepimenten zwischen den einzelnen Körperringen, welche jedoch nicht verhornen; die locomotiven Anhänge enthalten auch nie (bis auf die Fusshöcker) Fortsetzungen des Muskelsystems.

Überblicken wir nun noch einmal die Organisationsverhältnisse der drei Gruppen der Würmer, so stellt sich, trotz der grossen Verschiedenheiten im Einzelnen, doch manches allgemein Übereinstimmende heraus. Besonders weist die Art und Weise der allmählichen Complication der ursprünglich einfacheren und typischen Verhältnisse zu Formen, welche sich denen der nächsten Hauptgruppe in vieler Beziehung sehr nähern, darauf hin, dass wol durch diese ein Anschluss an diese Abtheilung vermittelt wird, dass aber die Würmer

Digitized by Google

durch wesentliche, ihrem Typus angehörige Momente sich von jener entfernen. Der gegliederte Bauchstrang ist hier stets in Folge einer medianen Verschmelzung zweier seitlicher Stämme entstanden, während das Nackenganglion nie fehlt. Ebenso ist die typische Form des Gefässsystems die seitlicher Stämme, welche erst in der höhern Gruppe der Würmer zu einem unpaaren Rückengefäss verschmelzen. Endlich zeigt auch der Darm so häufig eine seitlich symmetrische Verbreitung, dass man wol sagen kann, die Natur habe auf die an seitliche Symmetrie erinnernden Echinodermen Thiere folgen lassen, welche durch und durch in allen ihren Systemen seitlich symmetrisch sind. Abgesehen von diesen allgemeineren Lagerungsverhältnissen stehen auch die Würmer insofern zwischen Strahlthieren und den höheren Classen, als sie das Schwinden des einen (Wasser-) Gefässsystems vermitteln.

Sechzehntes Capitel.

Arthropoden.

§. 78.

Mehrfach hat man versucht, den den Arthropoden zu Grunde liegenden Organisationsplan als eine eigenthümliche Ausbildung des schon in den Würmern ausgesprochenen darzustellen. Indess gewiss mit Unrecht, wie neuerdings von verschiedenen Seiten her nachgewiesen wurde. Vergegenwärtigt man sich, dass von den Strahlthieren aufwärts nur seitlich symmetrische Formen auftreten, dass daher die, einzelne Hauptkreise trennenden Organisationsverhältnisse auf eigenthümlicher Ausprägung dieser Symmetrie, verbunden mit der Tendenz, einzelne Gegenden des Körpers functionell zu individualisiren, beruhen werden, so ergeben sich die Abtheilungen der Würmer, Arthropoden, Mollusken und Wirbelthiere als sehr natürliche Stufen der Complication. Während die Würmer die exquisiteste seitliche Symmetrie zeigten, begann schon bei ihnen die mit der gestreckten Körperform auftretende Gliederung des Körpers einen Unterschied in den einzelnen Theilen desselben hervorzurufen. Dieselben bleiben jedoch alle vegetativ gleich. Bei den Arthropoden dagegen ist wol die Segmentirung des Körpers festgehalten und zwar strenger als bei den häufig ungegliederten Würmern; die Segmente sind jedoch bis auf einzelne, einen Anschluss an die Würmer vermittelnde Formen alle heteronom, d. h. die vegetative Gleichheit derselben

Digitized by Google

ist zu Gunsten besonderer Behaftungen einzelner Körpergegenden gestört. Die äussere Körperform der Arthropoden schliesst sich daher insofern an die der Würmer an, als sie fast ausnahmslos gestreckt, seitlich symmetrisch und gegliedert ist, sie weicht jedoch dadurch von jener ab, dass sie an dem Körper ungleichmässig entwickelte Segmente erkennen lässt, welche sich in verschiedener Weise als mit den einzelnen Functionsgruppen des Thieres zusammenhängend ergeben. Hiermit ist das Auftreten eines morphologisch bestimmbaren Kopfes gegeben, welcher nun der Träger der Hauptsinne wird. Es unterscheiden sich aber die Arthropoden von den Würmern ferner durch die Entwickelung gegliederter Bewegungswerkzeuge, an deren Bildung, obschon sie ursprünglich als Verlängerungen des von der chitinisierten Haut gebildeten äussern Skelets aufzufassen sind, sich doch das activ bewegende Muskelsystem betheiligt. Werden diese auch in manchen Fällen auf die Gestalt einfacher, mit Haken versehener Höcker reduciert, so erleichtert doch das gleichzeitige Vorhandensein anderer, den Würmern fremder Organisationsverhältnisse den Nachweis des Arthropodentypus auch in diesen Fällen. War ferner bei den Würmern ein morphologischer Gegensatz von Rücken und Bauch sehr häufig nachweisbar, so tritt derselbe doch erst bei den Arthropoden mit unverkennbarer Schärfe auf. Die zweite, die senkrechte Achsenebene wagerecht durchschneidende Ebene ist jedoch auch hier nicht mit dieser ersten zu parallelisiren, indem die oberhalb oder unterhalb derselben auftretenden Gebilde stets gegenwerthig sind, nicht median verschmelzen und auf keine obere und untere Symmetrie hinweisen. Rücken und Bauch entsprechen sich daher hier ebensowenig, und sind am Rücken auftretende Anhangsgebilde mit den gegliederten Anhängen der Seitentheile der Bauchfläche auf keine Weise vergleichbar.

Die Organisationsverhältnisse der Arthropoden sind ebenso scharf begrenzt, wie ihre äussere Gestalt. Der anfangs einfache Darmcanal, dessen Mundöffnung stets mit gewissen Anhängen des Skelets in Bezug steht und dem ein After nie fehlt, lässt nur höchst selten eine seitliche Verzweigung oder andere Andeutungen seitlicher Symmetrie erkennen; er zerfällt dagegen häufig in functionell verschiedene Theile. Das Gefässsystem ist stets einfach, häufig mit eigenthümlichen sinuösen Erweiterungen versehen, welche die Stelle der capillaren Verbindung zwischen Arterien und Venen einnehmen. Mit der Vereinigung des zellenführenden Athembluts mit dem eigentlichen Nährsafte ist auch die morphologische Bedingung für die Entwickelung selbständiger Respirationsorgane gegeben, welche je nach den einzelnen

Digitized by Google

Abtheilungen charakteristische Verhältnisse zeigen. An dieselben schliesst sich auch hier das Vorhandensein von Harnorganen, deren Existenz erneute Untersuchungen wol als allgemeiner herausstellen werden, als man sie bis jetzt kennt, besonders wenn man bedenkt, dass das Resultat der der Harnbildung zu Grunde liegenden Umwandlung stickstoffhaltiger Bestandtheile nicht überall Harnsäure zu sein braucht. Das constante Getrenntsein der Geschlechter auf verschiedene Individuen[1]), sowie die Betheiligung des äussern Skelets und der Segmente an den ausführenden Theilen derselben ist gleichfalls eine typische Eigenthümlichkeit der Arthropoden. Sind auch die inneren Generationsorgane häufig durch das Auftreten accessorischer Drüsenapparate ziemlich compliciert, so findet doch nie eine Trennung der Keimstöcke von der Bildungsstätte des hier ganz allgemeinen (die wenigen Ausnahmen s. früher) Nahrungsdotters statt. Überall stellen dieselben Röhren dar, welche einfach oder verzweigt, oder zu weiten Schläuchen anschwellend, im Innern die keim- oder samenbereitenden Zellenmassen enthalten. War bei den Würmern ein Nackenganglion das häufig allein auftretende Centralgebilde des Nervensystems, so findet sich hier ein Bauchmark selbst in den Fällen, wo die niedere Organisation fast an der Gegenwart eines Nervensystems überhaupt zweifeln lassen könte. Dasselbe ist constant in Ganglien angeschwollen, welche im Allgemeinen den Segmenten entsprechen. Es besteht ferner aus zwei seitlichen Hälften, welche durch in der Mittellinie gelegene Theile häufig von einander getrennt werden; am häufigsten geschieht dies von dem am zweiten oder dritten Segmente gelegenen Munde, so dass hierdurch ein vor demselben gelegenes Ganglion und ein Schlundring entsteht. Das isolierte Auftreten des Bauchmarks ohne Nackenganglion sowie dessen constante Duplicität sprechen hinreichend gegen seine morphologische Identität mit dem Nackenganglion der Würmer. Auf das nach mehreren Untersuchungen wahrscheinliche Auftreten functionell gesonderter Stränge im Bauchmark wurde schon früher hingewiesen. Waren bei den Würmern die Sinnesorgane nicht an einen morphologisch bestimmbaren Kopf gewiesen, so bietet die Heteronomität der Segmente bei den Arthropoden einen Haltepunkt für die Fixirung der höheren Sinne dar. Gefühl-, Geruch- und Gesichtsinn findet sich daher hier stets am Kopfe. Nur das Organ für den Gehörsinn schweift noch umher und fixiert sich erst bei den Mollusken. Die Bewegungswerk-

1) Dass die Cirripedien Zwitter sind, erklärt sich aus ihrer Lebensweise und wurde schon oben besprochen.

Digitized by Google

zeuge sind endlich nicht blos Anhänge der Haut, sondern, wie ererwähnt, des activ bewegenden Muskelsystems. Das von der Haut gebildete gegliederte Skelet bildet überall Röhren, an dessen innere Fläche sich die Muskeln befestigen, zwischen dieselben Fortsätze schickend, welche den Sehnen zu vergleichen sind. Ein jedes solches ringförmige Segment des Skelets besteht ursprünglich aus acht paarigen Stücken, welche häufig eigenthümliche Entwickelung erhalten, den beiden oberen Dorsaltheilen (Tergum), den unteren Sternaltheilen, den oberen seitlichen, Epimera, und den unteren seitlichen, den Episternen. Durchgreifend ist auch der mikroskopische Charakter der Muskeln, welche überall quergestreifte sind oder in Primitivfibrillen zerfallen. Mit der Chitinisirung der Epidermoidalgebilde ist auch die constante Abwesenheit von Flimmern gegeben, welche sich bei keinem Arthropod auf keiner Entwickelungsstufe vorfinden.

Die wichtigsten Modificationen des Arthropodentypus werden durch die in ihm selbst begründete Heteronomität der Segmente bedingt sein. Wie jedoch schon aus der allgemeinen Anordnung der Arthropodenkörper hervorgeht, betrift die Segmentirung nur die animalen Systeme, während die vegetative (Ernährung und Fortpflanzung) nirgends von der Segmentbildung betroffen werden. Es ist daher zu erwarten, dass sich gewisse, für einzelne Abtheilungen typische Störungsverhältnisse der vegetativen Gleichheit der Segmente mit verschiedenartigen Darstellungsweisen einzelner Gruppen der vegetativen Organe kreuzen werden, wobei jedoch stets die ersteren, als in dem allgemeinsten Bauplan der ganzen Classe bedingt, die bedeutungsvollere Stelle einnehmen.

§. 79.

Crustaceen.

Wenn die verschiedenen Grade der Heteronomität der Segmente einen durchgreifenden Unterscheidungscharakter abgeben, so wird naturgemäss diejenige Abtheilung der Arthropoden an den Anfang der von ihnen gebildeten Reihe zu stellen sein, welche verhältnismässig noch die ungestörteste vegetative Gleichheit in den einzelnen Leibesringen zeigt. Da jedoch eben die Heteronomität im Arthropodentypus begründet ist, wird man nicht erwarten können, dass eine Abtheilung dieser Thiere ausschliesslich homonome Segmente besitze, man wird vielmehr auf Charaktere zu achten haben, welche, trotz der Störung jener Gleichheit, gewisse durchgehende Beziehungen noch erkennen lassen. Für die Crustaceen bestimmt sich nun diese

Digitized by Google

Gleichheit dadurch, dass alle Segmente des Körpers, mögen sie homonom oder heteronom sein, gegliederte locomotiven Anhänge entwickeln; und dieser Charakter hat gewiss eine grössere morphologische Bedeutung, als die Anwesenheit von Kiemen oder Tracheen. Es werden daher, wie *Erichson* zuerst überzeugend nachwies[1]), die Myriapoden zu den Crustaceen zu rechnen sein. Sie bezeichnen gleichzeitig den Beginn der ganzen Reihe, indem bei ihnen die Segmente des Körpers, bis auf den wie bei den meisten Arthropoden morphologisch bestimmbaren Kopf, alle vollständig gleich sind. Mit der Gleichartigkeit der Segmente ist bei den Myriapoden noch keine heteronome Entwickelung der gegliederten Anhänge gegeben, welche bis auf die Kopfanhänge Gangbeine darstellen. Bei den übrigen Crustaceen tritt dagegen eine Störung dieser Gleichheit auf, welche Segmente und Anhänge trift, jedoch noch nicht so weit geht, dass einzelne Abtheilungen der ersten ganz ohne Anhänge sich zeigten.

Bei Betrachtung der äussern Form der Crustaceen werden wir auf die mannichfache Entwickelung dieser Anhänge geführt, weshalb diese eigentlich die Locomotionsorgane darstellenden Theile gleich hier mit besprochen werden sollen. Der im Allgemeinen ziemlich verlängerte Crustaceenkörper, welcher nur in wenig Fällen durch auffällige Entwickelung einzelner Gegenden eine grössere Breite erhält, bietet nun überall durch ungleichmässige Ausbildung der Segmente und ihrer Anhänge verschiedene, morphologisch wie functionell zu charakterisirende Gegenden dar. Das erste Körpersegment, welches oben und unten vollständig geschlossen ist, trägt die höheren Sinnesorgane, meist die Augen und Fühler, und stellt den Kopf dar. Je nach der Zahl der an ihm sich findenden Antennenpaare (welche vielleicht auch als seitliche Gliederanhänge zu deuten sind) zeigt sich derselbe aus einem oder zwei Segmenten gebildet. Überall verlängert sich jedoch derselbe durch Verschmelzung mit den drei nächsten Segmenten, so dass auf diese Weise fünf Segmente als cephalale zu deuten sind. Die letzten drei nehmen den bauchständigen Mund zwischen sich und ihre Gliederanhänge entwickeln sich zu Mundorganen. Der hintere untere Rand des vordern sinnetragenden Abschnittes, welcher in die Mundhaut übergeht, wird Oberlippe, die Anhänge des ersten Segmentes Oberkiefer, die des zweiten und dritten Unterkiefer. In diesen Anhängen ist stets schon Gliederung vorhanden, indem das Basalstück, welches hier zu dem eigentlichen kauenden oder saugenden Mundtheil umgestaltet ist, einen freien,

---

1) Entomographien. 1. Heft. p. 2 u. flgde.

mehr oder weniger gegliederten Anhang, den Palpus, trägt. Bei den Myriapoden ist nun scheinbar die heteronome Entwickelung hiermit beendet. Die unmittelbar folgenden Segmente sind jedoch mit ihren Anhängen, denen der Crustaceen analog, in eine nähere Beziehung zum Kopfe getreten. Um die Übersicht der hier auftretenden Verhältnisse zu erleichtern, muss den nächsten beiden §§ theilweise vorgreifend bemerkt werden, dass die auf den Kopf folgenden Segmente der Arthropoden allgemein sich in folgende Gruppen ordnen. Die nächsten drei stellen den Thorax dar; sie sind der Sitz der animalen Organe, häufig ausschliesslich die Locomotionsorgane tragend; die folgenden fünf oder mehrere bilden das Abdomen, welches in den meisten Fällen die Generationsorgane enthält, die sich an seiner hintern Grenze münden. Die auf diesen Abschnitt folgenden Segmente, welche nur bei den Scorpioniden und Crustaceen vorhanden sind, heissen Postabdomen. Sie werden einfach vom Darme durchlaufen, welcher sich überall am hintern Ende des ganzen Körpers öffnet. Wie schon früher erwähnt, ist die Beziehung dieser Abschnitte zu einander bei den verschiedenen Arthropodenclassen eine verschiedene. Bei den Crustaceen bildet das Abdomen gewissermaassen das Centrum. Es bildet ferner den Mittelpunkt der locomotiven Thätigkeit. Kopf und Thorax sind mit ihm in den meisten Fällen verschmolzen; überall sind wenigstens die Thoracalgliedmaassen in eine nähere Beziehung zum Kopfe getreten. Bei den Arachniden, welche im Gegensatz zu den Crustaceen nur am Kopf und Thorax gegliederte Anhänge besitzen, auch wenn sich das Postabdomen erhalten hat, ist der Thorax Mittelpunkt der Heteronomität. Wie sich bei den Crustaceen dieser dem Kopfe anschloss, verschmilzt hier umgekehrt der Kopf mit dem Thorax, die den ersteren angehörigen Anhänge werden theilweise zu locomotiven Gebilden, während der sinnetragende vorderste Abschnitt ganz verloren geht. Bei den Insecten endlich ist dieser Streit der einzelnen Körpergegenden um die Oberherrschaft gewissermaassen zur Ruhe gekommen; sie sind alle selbständig erhalten und tragen die ihnen charakteristischen Functionsgruppen, der Kopf die Sinne, der Thorax die Bewegung, das fusslose Abdomen die Organe der Ernährnng und Fortpflanzung.

Kehren wir hiernach zu den Crustaceen zurück, so finden wir schon bei den Myriapoden, dass die drei Thoracalsegmente mit ihren Anhängen sich eng an den Kopf anschliessen. Das vorderste Gliedmaassenpaar bildet mit seinem Basalgliede eine Art Unterlippe, der gegliederte Anhang einen Taster; von den zwei hinteren bildet das vordere (bei den Chilognathen) gleichfalls noch ein accessorisches

Digitized by Google

Tasterpaar, während die Palpe wenigstens eine Klaue trägt. Das dritte ist überall den Gangbeinen gleich. Dass nun die folgenden Segmente, welche alle (bis auf das letzte) wesentlich gleich sind, ein Zerfallen in Abdomen und Postabdomen andeuten, beweist die nach vorn gerückte Genitalöffnung der Chilognathen. Bei den Malakostraken ist nun eine ganz analoge Verschmelzung der drei Thoracalsegmente mit dem Kopfe wahrzunehmen. Zunächst an die Myriapoden schliessen sich die Isopoden, Laemodipoden und Amphipoden. Bei diesen ist das erste Thoracalsegment ganz mit dem Kopfe verschmolzen, nur der Gliederanhang hat sich als Unterlippe und Taster erhalten; die beiden hinteren sind den fünf Abdominalsegmenten wesentlich gleich und tragen, wie diese, Gangbeine (nur zuweilen werden sie Raubfüsse). Bei den Decapoden und Stomapoden endlich sind auch das zweite und dritte Thoracalsegment ganz in die Verschmelzung mit dem Kopfe eingegangen. Dieser Cephalothorax verschmilzt dann ferner entweder mit dem ersten oder mit sämtlichen Abdominalsegmenten, so dass das ganze Rückenschild dieser Krebse dem ganzen Insectenleibe entspricht. Die Thoracalanhänge sind zu accessorischen Mundtheilen umgebildet, die Abdominalgliedmaassen sind locomotive Werkzeuge. Bei allen bis jetzt erwähnten Formen ist das Postabdomen und dessen Anhänge vorhanden, wenn auch die letzteren niemals direct zur Locomotion verwendet werden und zuweilen in rudimentärer Gestalt auftreten. Häufiger fehlt dies bei den Entomostraken, welche *Erichson* mit Recht von den übrigen Crustaceen trennen möchte[2]). Überall ist auch hier wenigstsns das erste Thoracalsegment mit dem Kopfe verschmolzen, welcher constant nach unten gekrümmt ist, so dass die Mundöffnung hinter dem ersten Fusspaare liegt. Die Thoracalanhänge stehen wie gewöhnlich in engstem Bezug zum Munde, nur hat ihre vorgeschobene Stellung häufig veranlasst, dass sie als Fühler genommen wurden; meist charakterisiert sich jedoch der hintere wenigstens durch Vorhandensein einer Klaue als Fusspaar. Die eigentlichen Kiefer sind überall als solche nachzuweisen und dies ermöglicht die Deutung der übrigen häufig unter einander verschmolzenen Segmente. Das Abdomen trägt Füsse, welche am Postabdomen jedoch zuweilen verkümmern, wie dieses selbst in manchen Fällen eine eigenthümliche ungegliederte Gestalt erhält. Die bei manchen Formen dieser Abtheilung auftretende Schale entspricht dem Rückenschilde der Decapoden und ist wie jenes auf die Epimeralstücke der Abdominalsegmente zurückzuführen.

2) a. a. O. p. 20.

Mit Bezug auf die übrigen Organisationsverhältnisse, so macht sich auch bei diesen die verhältnismässig noch geringe Störung der vegetativen Gleichheit der einzelnen Körperabschnitte geltend. Was zunächst die in die Gliederung mit eingehenden animalen Organgruppen anlangt, so ist zu bemerken, dass jedem Segment des Körpers ursprünglich ein Ganglion zukömt. Die Verbindungsstränge zwischen dem ersten und den folgenden werden daher durch die bauchständige Lage des Mundes zu einem Schlundring erweitert, welcher jedoch unbeschadet des Arthropodentypus bei der zuweilen eintretenden Längsverkümmerung des Nervenstrangs fehlen kann. Mit der Verschmelzung mehrerer Segmente geht stets eine Verschmelzung der diesen entsprechenden Ganglien Hand in Hand. Die Vertheilung der Nerven entspricht genau den Segmenten und den in diesen enthaltenen Muskelmassen. Für die unpaar in der Medianlinie liegenden vegetativen Organe tritt hier ein von den ersten Ganglien paarig oder unpaarig entspringendes Eingeweidenervensystem auf, welches, ohne an die Haut und ihre Muskeln zu treten, nur die Eingeweide mit Nerven versorgt. Die Sinnesorgane finden sich meist an den ersten praeoralen Kopfsegmenten, häufig an gegliederten Anhängen; so die zuweilen gestielten Augen. Die Antennen sind meist zu zwei Paar vorhanden, nur bei den Myriapoden und den Entomostraken fehlt das eine Paar constant, letzteren zuweilen beide. Der Hautmuskelschlauch ist meist in einzelne, in jedem Segment sich ziemlich gleichmässig wiederholende Abtheilungen zerfallen, welche nur bei den Entomostraken, welche ihrer Gliederung zuweilen verlustig gehen, verschwinden und der ursprünglichen Form des Hautmuskelschlauchs sich nähern. Überall verlängert sich das Muskelsystem in die Anhänge des Skelets. — Der Darmcanal hält mit der heteronomen Entwickelung einzelner Segmentgruppen ziemlich gleichen Schritt in Bezug auf das Ausbilden einzelner functionell verschiedener Gegenden. Ursprünglich ein dem Körper gleich langes überall gleich weites Rohr lässt derselbe erst bei den höheren Formen einen besonderen Magen, Darm und Mastdarm erkennen. Die Anhangsdrüsen desselben sind gleichfalls nur in der höheren Form von ihm getrennt; Speicheldrüsen fehlen jedoch fast allgemein. Das Gefässsystem ist mit seinem Centralorgan der Rückenseite des Thieres eingefügt. An der Stelle der Capillaren findet sich ein System mit einander communicirender sinusartiger Erweiterungen, welche die einzelnen Organe umziehen. Hierdurch ist ein Anschluss an niedere Thierformen vermittelt, wo das Wasserblutsystem auf eine grosse die Leibeshöle darstellende Erweiterung reduciert war. Bei der Vereinigung der respira-

Digitized by Google

torischen Flüssigkeit mit der ernährenden beginnt die morphologische Entwickelung der nun beide führenden Hohlräume mit der Schlussform der Wassergefässreihe, gleichzeitig das gefässartige Herz in den Bildungskreis ziehend. Das Rückengefäss, welches bei den meisten eigentlichen Crustaceen einen länglichen ungegliederten Schlauch darstellt, wird bei den Phyllopoden durch Einschnürungen in mehrere Abschnitte getheilt und tritt zuerst bei den Myriapoden als vollkommen in so viel Kammern als Segmente des Körpers getheiltes Herz auf, welches durch seitliche mittelst Klappen verschliessbare Öffnungen das Blut aus den venösen Sinus erhält, um es durch die am Kopfe sich umbiegende Aorta in den Körper zu treiben. Dem Herzen entgegen ist die über dem Ganglienstrang laufende Supraspinalarterie, welche im Brusttheil durch die sogen. Bauchaorta vertreten wird, als unterer Gefässstamm zu betrachten. Das venöse Blut sammelt sich in einer unter der Ganglienkette liegenden Vene und tritt aus ihr mit dem aus den Eingeweiden kommenden in die weiten venösen Sinus zu Seiten des Herzens. Bei mehreren niederen Crustaceen, denen besondere Respirationsorgane fehlen, ist vielleicht die Athmung auf eine ähnliche Weise ermöglicht, wie bei vielen Würmern. Bei den übrigen sind je nach dem Aufenthalte der Thiere Kiemen oder Tracheen vorhanden. Dass nur für erstere ein besonderes, morphologisch abgeschlossenes Gefässsystem gefordert sei, ist jedoch nicht haltbar, indem jede Respiration, auch die durch Tracheen, eine Fortbewegung der oxydierten Flüssigkeit erfordert, und zwar in bestimmten Bahnen. Dass dieselbe wirklich vorhanden sein muss, wird auch noch durch das Auftreten gesonderter Nieren bewiesen. Diese letzteren haben bei den Myriapoden die den höheren Arthropoden eigene Gefässform; bei den übrigen Crustaceen hat man sie leider noch nicht überall nachzuweisen vermocht. — Die ursprünglich stets paarigen, zuweilen jedoch median verschmelzenden Generationsorgane stellen überall Röhren dar; an der Bildung der Leitungsapparate nimt in verschiedener Weise die äussere Haut Theil. Nur selten finden sich hier Anhangsdrüsen.

Stimmen auch die Myriapoden, wie sich später ergeben wird, in manchen Punkten mit den Insecten scheinbar mehr überein als mit den Crustaceen, so ist doch ein grösseres Gewicht auf die durch den allgemeinen Arthropodentypus ausgesprochene Verwandtschaft derselben mit den letzteren zu legen, worin ich *Erichson* und *v. Siebold* ganz beistimmen muss. Höchstens können sie als Nebenclasse mit den Crustaceen den Arachniden und Insecten gegenübergestellt werden, dürfen aber als die grösste Homonomität besitzende Thiere

nicht mit den die grösste Heteronomität zeigenden Arachniden und Insecten vereinigt werden, wenn überhaupt ein Werth auf die ungleichmässige Entwickelung einzelner Körpergegenden gelegt werden darf.

§. 80.

Arachniden.

Bei den Crustaceen war die vegetative Gleichheit der Segmente insofern noch aufrecht erhalten, als die gegliederten Anhänge nicht auf gewisse Gegenden des Körpers beschränkt waren. Die Arachniden treten mit den Insecten den Crustaceen nun dadurch gegenüber, dass bei beiden das Abdomen stets fusslos ist. War bei den Crustaceen ferner das Abdomen der Bildungsmittelpunkt, an das sich nach hinten meist noch ein Postabdomen anschloss, während es vorn mit dem Cephalothorax häufig verschmolz, so ist, wie schon angeführt wurde, bei den Arachniden der Thorax die prävalirende Körpergegend, mit welcher vorn der Kopf mit Aufgabe seiner Selbständigkeit verschmilzt. Mit dem Verluste des Kopfes geht bei den Arachniden das die Sinne tragende Segment verloren; sie sind daher äusserlich durch den Mangel der Antennen und der bei den Crustaceen häufig auf gegliederten Trägern stehenden zusammengesetzten Augen charakterisiert. Die gegliederten Anhänge der drei hinteren Kopfsegmente haben sich dagegen erhalten und zwar in einem für diese Abtheilung eigenthümlichen Anschluss an den Thorax. Es sind nämlich nur die vorderen beiden Paare Mundtheile geblieben, das hintere hat in seiner Entwickelung sich an die Thoracalgliedmaassen angeschlossen und stellt das vorderste der vier Fusspaare der Arachniden dar. Dass diese Deutung die richtige ist, beweisen die Formen (Pseudoscorpione), wo dasselbe sich durch den Mangel einer Klaue noch als Taster zu erkennen gibt, während es schon bei den Scorpioniden wirkliches Fusspaar ist. Auch der Gliederanhang des zweiten Kieferpaares nähert sich durch seine verlängerte Form sehr den Füssen, immer aber ist sein Grundstück eigentliches Mundwerkzeug, welches zu Seiten der Mundöffnung steht. Das erste Kieferpaar, häufig Fühler genannt[1]), ist fast überall ein Greiforgan; es ist meist dreigliederig, zuweilen verlängert, zuweilen jedoch (Milben) auf ein borstenförmi-

1) Dass diese Gebilde wirkliche Fühler darstellen, wird wol nicht ganz mit Recht aus dem Ursprunge ihrer Nerven aus dem Gehirnganglion erschlossen, welches ja nur dem Durchtritt des Schlundes durch seine Commissuralstränge die vordere Lage verdankt und hier bei dem Fehlen des präoralen Segmentes den Kiefersegmenten angehört.

Digitized by Google

ges in der von einer Fortsetzung der Mundhaut gebildeten scheidenförmigen Zunge enthaltenes Organ reduciert. Die Stellung der seitlichen Homologa dieser Gliederanhänge zu einander bietet ferner einen morphologischen Charakter der Arachniden gegenüber den Insecten dar; das vorderste Paar ist stets sehr genähert, das dritte weit von einander entfernt, häufig auf die Seiten des Cephalothorax geschoben. Durch die hier besprochene Reduction des Kopfes und entsprechende Umwandlung der Kopfgliedmaassen charakterisiren sich auch die Tardigraden als Arachniden, obschon die Deutung der betreffenden Organe bei diesen Thieren mit einigen Schwierigkeiten verbunden ist. Was die übrigen Körperabschnitte anlangt, so ist der Thorax ausser durch die locomotiven Anhänge auch durch die ihm hier übergebenen Sinnesorgane ausgezeichnet, indem die einfachen Augen seinem Vorderrande eingepflanzt sind. Er ist meist ziemlich scharf von dem Abdomen getrennt, nur in einigen Ordnungen mit den Abdominalsegmenten mehr oder weniger verschmelzend, nirgends jedoch bis zur Bildung eines solchen unbeweglichen Rückenschildes, wie es bei einigen Crustaceen der Fall war. Das Abdomen ist stets ohne Spur gegliederter Anhänge und enthält die Centralorgane des vegetativen Lebens, von denen die Generationsorgane stets auf diesen Körpertheil beschränkt bleiben. Das gleichfalls stets fusslose Postabdomen, welches sich nur bei den Scorpionen und Pseudoscorpionen findet, nimt hier nur die Fortsetzung des Darms auf, welcher sich stets am hinteren Körperende in den After öffnet. Die Gesamtgestalt des Körpers ergibt sich hiernach im Allgemeinen als eine gestreckte, welche nur in manchen Fällen durch bedeutendere Entwickelung des Thorax sich etwas verbreitert.

Was die Organisationsverhältnisse der Arachniden anlangt, so fällt zunächt ihre im Vergleich mit der der Crustaceen weiche, dabei jedoch der Contractilität vollständig ermangelnde Haut auf. Sie entspricht jedoch genau dem äusseren Skelet der übrigen Arthropoden, ist wie dieses vom Hautmuskelsystem etwas abgehoben, lässt daher auch die Segmentirung weniger deutlich erkennen, welche aber bei den Scorpioniden mit stärker chitinisierter Epidermis sofort sich zeigt. — Der mit der Reduction der Kieferpaare zusammenhängende Umstand, dass die Arachniden sämtlich Sauger sind, bedingt auch manche Modification des Darmcanals. Derselbe ist nach zwei verschiedenen Plänen gebildet. Bei den Scorpioniden und Phryniden ist er ohne alle Anschwellung einfach die Leibeshöle durchlaufend. Bei allen anderen Arachniden wiederholt sich die bei den apoden Würmern so auffällige Erscheinung der seitlich symmetrischen Ent-

wickelung desselben. Er trägt nämlich hier überall paarige Anhänge von verschiedener Gestalt und Ausdehnung, welche die ganze Leibeshöle zuweilen einnehmen. Von Anhangsdrüsen finden sich speichelabsondernde überall; eine parenchymatöse Leber nur bei den Araneen und Scorpionen. Centralorgan des Gefässsystems ist auch hier ein Rückengefäss, welches bei vielen der einzige morphologische Vertreter des Systems ist, indem die Gefässe selbst nur sinuöse Erweiterungen bilden. Dagegen zeigt hier das Herz noch nicht überall eine den Segmenten entsprechende Gliederung; und wenn dieselbe auftritt, ist die Zahl der einzelnen Kammern stets geringer als die der Segmente. Die Gefässe, welche man nur bei verhältnismässig wenig Formen nachzuweisen vermocht hat, vertheilen sich nach dem allgemeinen Plane, indem vom vordern Ende des Herzens zwei Gefässe sich um den Oesophagus umbiegen, um auf der Ganglienkette als Supraspinalarterie zu verlaufen. Von Venen kennt man nur eine Subspinalvene. Die Respirationsorgane stellen überall Modificationen der Tracheenform dar und ist hier auf das p. 143, 144 Gesagte zu verweisen. Die Harnorgane sind stets gefässartig verlängerte Drüsenschläuche. Die Generationsorgane haben gleichfalls die den Arthropoden eigene Röhrenform und zwar sind dieselben theils zu Schläuchen, theils zu gefässartigen Organen umgewandelt. Auch hier betheiligen sich Anhangsgebilde der Haut an den Leitungsapparaten, zuweilen in höchst eigenthümlicher Weise. Bekannt ist in dieser Beziehung die Aufnahme des Sperma in eine Höle der Maxillarpalpen bei den Araneen zum Behufe der Befruchtung. Entsprechend der Zusammendrängung mehrerer Segmente auf den im Allgemeinen kurzen Thorax ist die Hauptmasse des Nervensystems aus der Form des gegliederten Bauchstrangs in die eines starken Thoracalknotens übergegangen, an dem noch bei den mit dem Postabdomen versehenen Scorpioniden eine kurze Ganglienkette hängt. Die Zahl und das Verhalten der abtretenden Nerven weist jedoch auch hier auf die ursprüngliche Gliederung, welche sich bei den Tardigraden erhalten hat, hin. Zuweilen fehlt hier das vordere Schlundganglion entsprechend dem Verluste des Kopfes, so dass eine einfache Nervenschlinge den Oesophagus umgibt. Auch bei den Arachniden findet sich ein vom Ganglienstrang unabhängiges Eingeweidenervensystem. Von Sinnesorganen finden sich bis jetzt nur die dem Thorax aufsitzenden einfachen Augen. Gehörorgane sind noch nicht gefunden.

Die Arachniden charakterisiren sich hiernach als Arthropoden mit fusslosem Abdomen, dem zuweilen noch ein Postabdomen anhängt, und einem auf die Kiefersegmente reducierten Kopf. Von den

Digitized by Google

niedersten Crustaceen werden daher zweifelhafte Arachnidenformen durch die Zahl der Mundglieder und dann wol auch durch die Bildung des Darms sich als Arachniden unterscheiden.

§. 81.

Insecten.

Es wurde bereits mehrfach erwähnt, dass bei den Insecten die heteronome Entwickelung der einzelnen Körpergegenden nicht bloss am schärfsten ausgesprochen ist, sondern auch dadurch einen gewissen Abschluss erkennen lässt, dass diese nicht mit einander verschmelzen, sondern überall mehr oder weniger selbständig bleiben. Im Gegensatze zu der vorwaltend thoracalen Richtung der Verwandlung bei den Arachniden ist daher hier mit Bezug auf die Ausbildung der Segmente selbst kein wesentlicher Unterschied gegeben. Überall sind Kopf mit dem sinnestragenden Vorkopf, Thorax und das fusslose Abdomen neben einander deutlich zu unterscheiden. Die meisten Insecten sind aber durch Gebilde noch besonders von den übrigen Arthropodenclassen ausgezeichnet, für welche bei diesen durchaus Analoges sich nicht findet, die Flügel. Es stellen dieselben Anhangsgebilde des Rückentheils (der Epimeraltheile) des zweiten und dritten Thoracalsegmentes dar, und sind meiner Ansicht nach weder mit den Gliederanhängen derselben Segmente noch mit anderen Gebilden, z. B. den Kiemen der Krebse, zu parallelisiren. Dass sie nicht als obere symmetrische Theile die unteren Füsse wiederholen, geht aus einer Betrachtung des Arthropodentypus hervor, welcher nirgends auch nur Andeutungen einer obern und untern Symmetrie erkennen lässt. Sollten in anderen Abtheilungen der Gliederthiere Homologa für die Flügel gefunden werden, so müssten es den Fusspaaren heteronom entwickelte Anhänge des Rückentheils des Hautskelets sein. Es ist die Gegenwart der Flügel für die Insecten so charakteristisch, dass auf ihre verschiedene Entwickelung von jeher ein grosses Gewicht bei classificatorischen Versuchen gelegt wurde, obschon nicht zu leugnen ist, dass dieselben als Anhangsgebilde innerhalb einzelner Gruppen manche auffallende Varietäten zeigen. Es sind, wie angedeutet, ursprünglich zwei Flügelpaare vorhanden, welche nur den niedersten, häufig parasitisch lebenden Formen fehlen. Sind alle vier Flügel da, so dienen sie entweder alle zum Fluge oder die vorderen sind zu Flügeldecken umgewandelt, eine grössere Verhornung und dichteres Gefüge besitzend. Es können nun aber die vorderen oder die hinteren verkümmern und hierbei wird natürlich durch den Weg-

Digitized by Google

fall der dieselben bewegenden Muskelmasse das dies Paar tragende Segment eine verschiedene Ausbildung erhalten, dadurch dem Insect zuweilen eine veränderte Physiognomie ertheilend. Was die typischen Gliederanhänge der Segmente betrift, so finden sich solche nur am Kopfe und Thorax. Ob das eine dem praeoralen Segment eingefügte Fühlerpaar in die Categorie der Gliederanhänge zu ziehen sei, scheint mir zweifelhaft. Die Gliedmaassen des Kopfes sind Mundorgane, es sind deren stets drei Paare, welche im Allgemeinen folgende Entwickelung zeigen. Den vorderen Rand der Mundspalte (Labrum) bildet auch hier der von der Mundhaut bedeckte hintere Rand des vorderen Kopftheils. Das erste Kieferpaar ist bei den kauenden Insecten stets das härteste und stärkste; diese Mandibeln bestehen aber nur aus dem der Hüfte der Gehbeine entsprechenden Basalgliede und haben nie einen gegliederten Taster. Ein solcher zeigt sich aber constant beim zweiten Kiefer-, dem ersten Maxillenpaar, welches ausserdem noch ungegliederte mit dem Basalstück häufig verschmelzende Laden (Lobi) trägt. Das dritte Kiefer-, zweite Maxillenpaar ist stets zu einem unpaaren Gebilde, der Unterlippe (Labium), verschmolzen, trägt jedoch stets durch seine Taster, sowie durch die zuweilen nur theilweise Verschmelzung seiner Laden oder selbst seines Basalstückes die Zeichen der ursprünglichen Duplicität. Auf denselben Typus sind auch die Mundorgane der saugenden Insecten zurückzuführen, nur dass hier noch der Mundhaut angehörige Gebilde, die sogen. Zunge, häufig in das Bereich der Saugwerkzeuge gezogen werden. So z. B. bei den Hymenoptern, wo die von der Unterlippe sich erhebende Zunge Saugorgan ist, während die Mandibeln noch gezähnt sind und das erste Maxillenpaar scheidenförmige Fortsätze um die Zunge bildet. Bei den Diptern ist die Unterlippe Saugorgan, ebenso bei den Hemiptern, welchen jedoch die Maxillartaster fehlen, der Saugrüssel der Lepidoptern wird von den verlängerten Maxillen gebildet. Rudimentär werden die Mundtheile bei den Aptern, wo sich jedoch stets die Mandibeln oder die Unterlippe stärker entwickelt zeigt, je nachdem sie kauen oder saugen. Die Anhänge des Thorax sind überall Locomotionsorgane, je nach dem Medium und der Art der Bewegung modificiert. Das Abdomen ist stets fusslos, das Postabdomen fehlt überall (Genitalorgane münden stets am Hinterleibsende). Das Auftreten und die Ausbildung der Gliederanhänge ist nun zur Bestimmung der äusseren Gestalt der Insecten deshalb von Bedeutung, als sich Muskelmassen finden müssen, welche dieselben bewegen. Da sie nun selbst wie bei allen Arthropoden Theile des Muskelsystems in ihre häutigen Röhren mit aufnehmen, so wird

Digitized by Google

zunächst ihre Form auf die Natur ihrer Bewegungsfähigkeit hinweisen; vor Allem aber sind die fusstragenden Segmente durch Aufnahme der die ganze Extremität bewegenden Muskeln ausgezeichnet, was besonders bei den fliegenden Formen auffallend wird. Im Allgemeinen ist das Muskelsystem auf seine Form als Hautmuskelmasse leicht zu reduciren; nur tritt mit der Ausbildung der verschiedenen Bewegungswerkzeuge eine schärfere Gliederung desselben entsprechend den Segmenten selbst hervor, welche durch Fortsätze der Haut zwischen die Muskeln noch deutlicher wird. Wie gewöhnlich ist auch bei den Insecten das Nervensystem gegliedert. Der Centraltheil desselben, das Bauchmark, zerfällt in einzelne den Segmenten in Zahl meist genau entsprechende Ganglien, welche durch eine doppelte Commissur verbunden werden. Dadurch, dass der Mund hinter dem vordersten, gleichfalls mit Ganglien versehenen Segmentenpaare von der Bauchfläche aus in den Darm führt, ist die vordere Abtheilung als oberes Schlundganglion von der folgenden getrennt und mit dieser durch die hier den Schlundring bildenden Commissuren verbunden. Die am praeoralen Segmente befindlichen Sinnesorgane erhalten ihre Nerven aus dem Ganglion dieses Abschnittes. Nur das Gehörorgan ist hier in auffallender Weise unstät. Die Vertheilung der übrigen Nerven folgt genau der Segmentation. Auch hier findet sich ein Eingeweidenervensystem, welches unabhängig von dem Bauchmarke nur durch sogen. Ursprungsfäden mit den vorderen Ganglien in Verbindung stehend in vielleicht symmetrischer Anordnung die Eingeweide versorgt. Wahrscheinlich treten von ihm auch regelmässig Zweige zu den respiratorischen Nerven, den einzigen, die aus den Commissuren entspringen. Der Darmcanal ist constanter als bei anderen Arthropoden in functionell verschiedene Theile getrennt. Allgemein findet sich Oesophagus, Magen, Dünndarm und Rectum. Am Magen findet sich die gallesecernirenden Zellen zu kleinen Blindsäckchen vereinigt oder der Magenwand direct aufsitzend, nie eine parenchymatöse Leber. Je nach der Nahrung sind die einzelnen Darmabschnitte besonders ausgebildet und häufig noch weiter differenziert. So findet sich bei Saugern ein Kropf; häufig zerfällt der Magen in einen vorderen muskulöseren und hinteren chylopoëtischen Theil. Am Rectum finden sich constant eigenthümliche Organe von vorläufig unbekannter Function, taschenförmige Wülste, die mit starken Tracheenverzweigungen durchzogen sind, vielleicht nur Chylusreservoirs darstellend. Speicheldrüsen sind auch hier sehr constant, zuweilen in mehreren Paaren. Das Gefässsystem ist hier auf das gegliederte Rückengefäss beschränkt, indem der übrige Theil des-

Digitized by Google

selben bis auf die kurze vordere Aorta sinuös erweitert ist und alle Organlücken überzieht, wobei jedoch bestimmte Strombahnen beibehalten sind. Respirationsorgane sind die gefässartigen Tracheen. Ebenso sind die Harnorgane von der den Arthropoden eigenen Gefässform. Trotz zahlreicher Modificationen sind die Generationsorgane, welche bei beiden Geschlechtern genau nach demselben Typus gebaut sind, überall auf die Röhrenform zu reduciren; ein Büschel keim- oder samenbereitender Röhren sitzt meist den nach ihrer Öffnung hin median verschmelzenden Ausführungsgängen auf. Sehr verbreitet sind endlich accessorische auf die Begattung bezügliche Gebilde am Ausführungsgange. Überall sind die Segmente des Hautskelets bei der Bildung der äusseren Genitalien benutzt.

Bedürfen auch die vegetativen Organgruppen der Arthropoden eine genauere Untersuchung in Bezug auf das Durchgreifende in ihrer allmählichen Complication, so geht doch aus dem Mitgetheilten hervor, dass die Ansicht nicht unhaltbar ist, dass dieselben im Gegensatz zu der scharf ausgesprochenen Gliederung der animalen Systeme und entgegen ihrer seitlich symmetrischen Entwickelung bei den Würmern bei den Arthropoden sich auf besondere Körpergegenden so zu vertheilen streben, dass sie mit den animalen Organen möglichst wenig collidirend eine Theilung des ganzen Körpers in functionell verschiedene Abtheilungen bilden. Mit Festhalten an der Gliederung des Körpers, welche trotz ihrer Heteronomität doch diesen ganz und gar trift, sehen wir dies bei den Insecten am schärfsten ausgesprochen. Die morphologischen Verhältnisse der Arthropoden sind jedoch von der Art, dass diese Theilung des Körpers ohne Aufgabe der Segmentirung eben nicht ermöglicht werden kann. Die Natur beginnt daher diesen Versuch von der entgegengesetzten Seite, um schliesslich unter Wiederaufnahme der Gliederung das Vollendetste darzustellen.

Siebzehntes Capitel.

Mollusken.

§. 82.

Um einen Anschluss für den morphologischen Typus der Mollusken zu gewinnen, müssen wir bis zu den Coelenteraten hinabsteigen. Wir lernten dort Formen kennen, welche der Hauptsache nach aus einem muskulösen Schlauche bestanden, dessen innere Wandungen verdau-

Digitized by Google

ten, dessen Gesamtform sich zunächst an die Kugelform der Zellen anschliessend Anknüpfungspunkte darbot für eine strahlige oder seitlich symmetrische Entwickelung. In den bis jetzt betrachteten Classen des Thierreichs war nun zwar diesen beiden Richtungen, von denen die letztere sich mit Nothwendigkeit an die erste anschloss, genügt. Indess blieb noch etwas zu leisten übrig, nämlich eine Erleichterung der thierischen Thätigkeiten durch Sonderung ihrer Organe in bestimmte, morphologisch getrennte Abschnitte. Die zwei letzt betrachteten Classen führten das Princip der seitlichen Symmetrie durch, und auch hier wieder mit der sich an dieselbe mit Nothwendigkeit anschliessenden Nebenforderung der vegetativen Gleichheit aller in dem gestreckten Thierkörper aufeinanderfolgenden Theile. Die Störung derselben zu Gunsten einer functionellen Spaltung des Thierleibes war der praeeminente Zug im Arthropodentypus. Mit Hinweglassung dieser Gliederung bei überall massigem, gedrängterem Körper beginnt die Reihe der Mollusken mit Formen, welche sich im Äusseren an die strahlige Coelenteratenform anschliessend doch seitlich symmetrisch sind und die allen Mollusken charakteristische Spaltung in functionell verschiedene Theile erkennen lassen. Während bei den Würmern und Arthropoden jedes Segment einen ihm gehörigen Theil aller übrigen Organgruppen erkennen liess (wovon nur die Arthropoden insofern etwas abweichen, als die vegetativen Organe jene Spaltung zu vermitteln streben), sind diese Organgruppen bei allen Mollusken einzelnen Körpertheilen gegeben. Eine vegetative Wiederholung dieser ist hier nicht möglich, es müsste denn die seitlich symmetrische Spaltung eines Organs hierher gerechnet werden. Der Molluskenleib zerfällt nun allgemein in zwei morphologisch gesonderte Hälften, die animale und vegetative, erstere entspricht der Nervenseite des Thieres, mit Sinnes- und Locomotionsorganen, letztere dem assimilirenden Theile, mit den Organen zur Ernährung, und den generativen. Allgemein ist die erstere die untere oder vordere, die letztere die obere oder hintere; und auf der verschiedenen Ausbildung dieser Haupttheile beruhen sämmtliche Modificationen des Molluskentypus. Sehen wir vorläufig von den Grenzgruppen der Mollusken ab, so finden wir, dass die Bauchseite meist in zwei Theile wiederum sich sondert, von denen der vordere die Mundöffnung und die Sinnesorgane trägt und dadurch zum Kopf wird, während der hintere das hauptsächlichste Locomotionswerkzeug ist und den Fuss darstellt. Die Rückenseite nimt die in einem weiten häutigen Sacke, dem Mantel, gelegene Eingeweidemasse, die Verdauungs- und Fortpflanzungsorgane, ein; sie wird häufig von einer einfachen spiralig

Digitized by Google

aufgerollten oder doppelten seitlich symmetrischen Schale bedeckt. Überall werden daher diese Hauptabschnitte des Körpers, welche sich in den verschiedenen Ordnungen sehr verschieden gegen einander verhalten, im Äussern des Mollusks wahrzunehmen sein. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass sämtliche Organe in der Regel seitlich symmetrisch angeordnet sind; es ist jedoch diese Symmetrie in keiner anderen Classe so häufig durch ungleichmässige Entwickelung einer Seite gestört, als hier, wo es, wenn ich so sagen darf, weniger auf ein streng durchgeführtes morphologisches Princip als auf Aufrechthaltung einer functionellen Sonderung ankam, wie sie besonders in der Entwickelung des Kopfes und Fusses hervortritt. Es soll damit nicht etwa gesagt sein, dass der Molluskentypus kein scharf begrenzter ist; im Gegentheil wird sich diese Classe ebenso scharf morphologisch charakterisiert herausstellen, als irgend eine andere.

Die Organisationsverhältnisse der Classe entsprechen der äusseren Form in um so höheren Grade, als hier die morphologischen Behaftungen scheinbar enger an functionelle gebunden sind, als in den bis jetzt betrachteten Classen. Der mit Ausnahme der Anfangstheile überall auf die Mantelhöle beschränkte Darm zerfällt bei allen Mollusken in Magen und eigentlichen Darm. An ersterem haftet die Leber, entweder als drüsige Zellenschicht oder als parenchymatöses Organ sich in sein hinteres Ende mündend. Bei sehr vielen Mollusken sind auch Speicheldrüsen vorhanden, lange Ausführungsgänge aus der Mantelhöle nach der Mundhöle sendend. Der Darm besitzt überall einen After, und zwar auch hier ursprünglich am hintern Leibesende. Das Gefässsystem tritt mit seinem häufig in Atrium und Ventrikel zerfallenden Herzen in nähere Beziehung zu den Respirationsorganen, indem das Herz mit wenig Ausnahmen ein systemisches Herz ist. Der peripherische Theil dieses Systems steht allerdings zum grossen Theile noch auf derselben Stufe morphologischer Differenzirung wie bei den Arthropoden, doch sind die sinuösen Erweiterungen meist mit einer grössern Zahl morphologisch differenzierter Gefässe in Verbindung. Die Respirationsorgane stellen auch hier ihrer Natur nach gefässreiche Fortsätze der äussern Haut oder dergleichen Einstülpungen dar. Die Harnwerkzeuge haben die Gefässform verlassen und sind parenchymatöse Organe von zuweilen eigenthümlicher Structur. Die Generationsorgane bilden Drüsen von einfach schlauchförmiger oder traubiger oder noch zusammengesetzterer Form und nehmen in der Regel den Gipfelpunkt der Rückenfläche ein, ihren Ausführungsgang nach dem After hin schickend. Erscheinen auf diese Weise die vegetativen Organe örtlich genähert und von

Digitized by Google

der gemeinschaftlichen Bedeckung sackartig umschlossen, so sondern sich die animalen von ihnen in einer die Mollusken und deren einzelne Ordnungen scharf bezeichnenden Weise. Das Muskelsystem ist auch hier bei den einfachsten Formen auf die allgemeine Form des Hautmuskelschlauchs reduciert. Bei den meisten jedoch sind an zwei Stellen Muskelmassen, welche nicht unmittelbar dieser Form angehören, angebracht, am Kopf und Fuss. Die Entwickelung dieser Gebilde bedingt eben das Getrenntsein dieser Seite der animalen Organe. Durch dieselben sind nun aber auch Träger für die Centraltheile des Nervensystems gegeben, welche sich, nur in wenigen Fällen auf peripherische Anschwellungen reduciert, bei den meisten in der fleischigen Nervenkapsel, dem Kopfe, finden. Zu dieser ersten Abtheilung kömt dann noch eine zweite dem Fusse angehörige, welche durch symmetrische Commissuren mit dem Kopfganglienpaare zusammenhängend das untere Schlussstück des hier wieder auf andere Weise, als bei den Würmern und Arthropoden gebildeten Schlundringes bilden. Durch gleichfalls paarige Fäden hängt endlich ein drittes Ganglienpaar mit den Kopfnerven zusammen, welches sich in nähere Beziehung zu der Eingeweidemasse setzt, dasselbe jedoch nicht ausschliesslich mit Nerven versorgend, indem auch hier vom Kopfganglion besondere Eingeweidenerven abtreten. Wo Sinnesorgane differenziert sind, ist ihr ausschliesslicher Sitz der Kopf[1]), und meist sind besondre Theile für jeden der einzelnen Sinne vorhanden.

Mit Hülfe dieser allgemeinen Übersicht der den Mollusken typischen Verhältnisse wird es nicht schwer sein, deren allmähliche Complication und die etwaigen Abzweigungen ihres Typus zu verstehen, wozu noch folgende Bemerkungen Beziehungspunkte darbieten. Ist nämlich auch in derselben das allgemeinste Verhalten der Haupttheile des Molluskenkörpers gegeben, so ist doch die Veränderung eines jeden derselben eigenthümlich. Was zunächst die Haut betrift, so stellt sie wie erwähnt den sogen. Mantel dar, soweit sie die Eingeweide deckt. An derselben tritt in dieser einfachsten Form weder eine Differenzirung besonderer Gegenden noch eine Andeutung seitlicher Symmetrie auf. In einer grossen Zahl von Fällen entwickelt sie sich jedoch in der Art weiter, dass sich ihr Rand frei verlängert und dabei häufig in zwei seitliche Hälften zerfällt. Der freie Mantelrand rückt dabei häufig von der Grenze zwischen Fuss und Eingeweidesack nach oben, so dass dann die zwei Mantelblätter ausser der

1) Nur wo derselbe während der Entwickelung verkümmert, verrücken die Augen ihre Stelle.

Digitized by Google

letzteren häufig sogar noch den Fuss und Kopf überhängen. An dem Rande derselben tritt dann in verschiedener Weise Verwachsung ein, zuweilen in eigenthümlicher Beziehung zu den Ausführungsgängen der vegetativen Organe. Mit dieser Umgestaltung des vegetativen Theils des Körpers geht meist eine entsprechende Aus- oder Rückbildung des animalen Hand in Hand und zwar so, dass man annehmen kann, Rücken und Bauch stehen in entgegengesetztem Verhältnisse, was freilich durch die charakteristische Verschiedenheit der einzelnen Molluskenabtheilungen etwas modificiert wird. Da, wie aus dem Obigen hervorgeht, Kopf und Fuss wesentlich durch Auftreten vom Hautmuskelschlauch morphologisch gesonderter Muskelmassen gegeben werden, so stehen natürlich beide auch in enger Beziehung zu den locomotiven Begabungen der Thiere. Am ehesten schwindet hier der Kopf als der bei der Locomotion selbst am wenigsten betheiligte Abschnitt. Die Nervencentren rücken dann an den Oesophagus, ihre relative Lage zu diesem beibehaltend. Schwindet auch der Fuss gänzlich, dann erhält sich entweder nur das ursprüngliche Kopfganglion oder auch dieses geht verloren, das Thier zeigt nur eines jener peripherisch auftretenden Ganglien, durch die Ausbildung und das gegenseitige Lagerungsverhältniss der übrigen Organe sich als Mollusk ausweisend. Charakteristisch und ein bei der Reduction der verschiedenen Molluskenformen auf ihren allgemeinen Bauplan wol zu berücksichtigendes Moment ist das topographische Verhalten der Kiemen oder Lungen, worauf meines Wissens zuerst *Leuckart*[2]) aufmerksam gemacht hat. Die Respirationsorgane finden sich nämlich constant an oder in der Furche zwischen animalen und vegetativen Organen, als unterstes der letzteren zwischen Fuss und Mantel, am Rande des letzteren. Bei der für gewisse Ordnungen charakteristischen Weiterentwickelung des Mantels werden dann die Respirationsorgane constant in den Kreis der Ortsveränderung gezogen und erscheinen dann entweder als Höle im Mantelrand oder als kiemenartige Fortsätze an demselben, wobei sie entweder den Rand selbst bilden können oder von diesem noch umwachsen in eine Art besonderer secundärer Kiemenhöle eingeschlossen werden können (s. die nächsten §§).

Ich deutete schon an, dass das Gesetz der Correlation hier sehr auffallende Haltepunkte finde. Indess tritt doch wieder das bei andern Classen auch nachzuweisende, doch viel weniger markiert sich darbietende Verhältnis ein, dass die Correlation in allen Fällen unter der Herrschaft des Typus steht, dass also, wenn eine

2) In der öfter und zuletzt angeführten Schrift.

Digitized by Google

strenge Consequenz den Wegfall oder das Auftreten bestimmter Erscheinungen fordern sollte, dies sich doch nach der vom Typus vorgezeichneten Grenze richte, welche nirgends überschritten wird, was bei den Mollusken häufig eine Anwendung selbst auf die Gesamtform erleidet.

In Bezug auf den Umstand, dass die Mollusken hier nach den Arthropoden, als höchste Formen der wirbellosen Thiere behandelt werden, verweise ich ausser auf die sich in den folgenden §§. ergebende Evidenz auf das zwanzigste Capitel.

§. 83.

Tunicaten und Acephalen.

Gemäss der durch das ganze Buch befolgten Reihenfolge beginne ich auch hier mit den wenigst compliciert gebauten Ordnungen der ganzen Classe, obschon nicht zu übersehen ist, dass, wie wir es in geringerem Maasse bei den Arthropoden sahen, ausser den in grösserer Einfachheit sich darbietenden allgemeinen Typus ein dieser Abtheilung specifisch eigenthümlicher Charakter in demselben auftritt. Schon oben (p. 237 u. 238) wurde auf die äussere Gestalt der hierhergehörigen Formen der allgemeine Plan der Mollusken anzuwenden versucht. An jene Darstellung anknüpfend hebe ich hier nur hervor, dass die Tunicaten sowohl als Acephalen, welche in den meisten Stücken eine so grosse Verwandtschaft besitzen, dadurch ausgezeichnet sind, dass unter allmählicher Verkümmerung des Kopfes und Fusses überall der Mantel eine solche Entwickelung erlangt, dass er mit seinen freien nach oben gerückten Blättern die Eingeweidemasse zunächst seitlich bedeckt, dann an seinen Rändern allmählich so weit verwächst, dass zuletzt nur die beiden Mund (Kiemenloch) und After darstellenden Öffnungen übrig bleiben, welche letztere zuweilen, wie auch die hintere, den Kiemenafter darstellende Mantelspalte, in fleischige Röhren ausgezogen sind. Behalten auch hierbei die Rudimente des Kopfes und Fusses anfangs noch ihre charakteristische Stellung an der untern Fläche des Eingeweidesackes, so werden sie doch endlich mit vorschreitender Verwachsung der Mantelränder ganz eingeschlossen und gehen dann verloren. Bei den Lamellibranchiern finden sich nun wol noch Spuren derselben; bei den Tunicaten jedoch fehlt auch diese und mit ihr die Centraltheile des Nervensystems. Constant wird der Körper der Acephalen von zwei Schalen bedeckt, welche bei den Lamellibranchiern eine rechte und linke darstellend den Mantelhälften entsprechen, bei den Brachiopoden eine vordere

Digitized by Google

und hintere. Nennen wir nun mit der von Cephalophoren hergenommenen Bezeichnung die Gegend des Fusses unten, die des Kopfes vorn, wobei sich die übrigen von selbst ergeben, so können wir in den allmählichen Formveränderungen der vorliegenden Gruppen folgende Gestaltenreihe erkennen. Der Mantel ist überall oben geschlossen und umgibt als ein loser, sich allmählich schliessender Sack die Eingeweidemasse. Mit seinen Rändern rücken die Kiemen unter die Gegend des Fusses und finden sich bei vollständig geschlossener Mantelhöle unter dem Darmmunde (dem rudimentären Kopfe) als Kiemenfransen an den Rändern oder als Kiemenleisten auf der innern Fläche des Mantels. Setzt sich ein hierhergehöriges Thier fest, so geschieht es stets mit dem obern Ende, welches dann in einen mehr weniger verlängerten Stiel ausgezogen werden kann. Hiermit verbinden sich Modificationen der Schalenbildung. Während bei den Lamellibranchiern die Spaltung des Mantels in zwei seitliche Hälften eine Absonderung einer seitlich symmetrischen[1]) Schale begleitet, umschliesst die Tunicaten (mit den Bryozoen) eine der vollständigen Verwachsung der Mantelränder entsprechende ungetheilte (hier nicht verkalkende, aus Cellulose bestehende) Hülle, welche mit dem Mantel selbst verschmilzt. Bei den Brachiopoden, wo ein ähnliches Verhalten des Mantels stattzufinden scheint, wird er von zwei Schalen bedeckt, deren Erklärung vielleicht in folgendem zu finden ist. Bei den Bryozoen und manchen Ascidien sehen wir den Höhendurchmesser der Thiere ganz ausserordentlich den Längendurchmesser übertreffen. Die Kiemenhöhle der Ascidien, der Tentakelkranz der Bryozoen repräsentiert an deren freiem Theile die Länge des Thieres. Wie nun schon bei vielen Bryozoen der Tentakelkranz eine seitliche Verbreiterung zeigt, so dass hier eine der Mundöffnung entsprechende vordere und eine hintere Fläche entsteht, so bilden sich diesen Flächen entsprechend bei den Brachiopoden eine vordere und hintere Schale, die ihrem pallialen Ursprunge nach nicht auf den Mantelrand beschränkt sind, sondern das ganze Thier bedecken mit Freilassung des etwa vorhandenen Stieles.

Die Organisationsverhältnisse der Tunicaten und Acephalen sind bis auf die Reduction der animalen Organe ziemlich übereinstimmend. Die überall in der verticalen Theilungsebene liegende Mundöffnung ist häufig von seitlich symmetrischen Lappen umgeben, in denen man wol ebensogut Rudimente des Kopfes als Verlängerungen der Mund-

---

1) Diese Symmetrie wird häufig secundär gestört.

Digitized by Google

haut erblicken kann[2]) und liegt stets innerhalb der die Eingeweidemasse sackartig umgebenden Mantelhöle. Sie führt durch einen längern oder kürzern Oesophagus in die hier stets mit dem Galle secernirenden Apparat zusammenhängende Magenhöle, welche entweder die Drüsenzellen in ihren Wandungen oder in einem besondern blinden Anhange oder als parenchymatöses Organ neben sich trägt[3]). Der Darm ist meist länger als der Körper und öffnet sich am hintern Körperende dem Munde gegenständig (bei den Brachiopoden ist er öfter durch die hintere Schale zur Seite gedrängt). Der Endtheil des Darms tritt häufig mit dem Herzen in Beziehung, welches an der Rückenfläche des Thieres gelegen, bei den mit entwickelten Längendurchmesser versehenen Lamellibranchiern durch Abplattung des Rückens in Berührung mit dem Darm gebracht wird, während es bei den Tunicaten in die stielförmig ausgezogene Rückenseite tritt. Bei den Brachiopoden endlich ist das ursprünglich schlauchförmig im Längendurchmesser liegende Herz mit der Reduction dieses in zwei seitliche Theile zerfallen, nach einem bei seitlich symmetrischen Thieren häufig auftretenden Vorgange. Es wird hierzu bei den Lamellibranchiern ein Uebergang gegeben, indem hier die von dem Ventrikel getrennte Vorkammer seitlich in zwei getrennt ist. Das Gefässsystem ist meist sinuös, indem sich an die sich bald in zwei Stämme theilende Aorta ein, mit den Parenchymtheilen in seinen Wandungen verwachsenes Netz weiterer Sinus anschliesst, aus denen das Blut an den Kiemenrand tritt, um durch diese dann zum Herzen zurückzufliessen. Die relative Lage des Herzens, welche einmal durch die der Respirationsorgane und durch die Ausbildung der verschiedenen Durchmesser des Eingeweidesackes gegeben wird, ist hier überall durch die Übertragung der Kiemen vom untern Rande des Eingeweidesackes auf die freien Mantelränder (s. oben) in etwas gestört, tritt jedoch durch die schon bei den Lamellibranchiern erwähnten Vorkammern deutlich hervor. Harnorgane sind nur bei den eben erwähnten Thieren gefunden und sind hier seitlich symmetrisch in der den Mollusken allgemein eigenen Lage neben den Respirationsorganen vorhanden. Die einfache Schläuche ohne accessorische Gebilde darstellenden Geschlechtswerkzeuge nehmen den Rücken der Thiere ein und sind nur bei den Lamellibranchiern mehr weniger zur Seite gerückt. Ihre

---

2) Hierher gehören die Arme der Brachiopoden, deren Bildung durch die Tentakelrinne bei den Lamellibranchiern eingeleitet wird.

3) Die Deutung des Krystallstiels in morphologischer Beziehung ist noch dunkel.

Digitized by Google

Mündungen liegen symmetrisch in der Nähe des Afters oder der Harngänge. — Mit der Verkümmerung des Fusses und Kopfes ist auch eine ähnliche des Centralnervensystems gegeben. Bei den Lamellibranchiern und Brachiopoden finden sich zwar noch die oben erwähnten drei Ganglienpaare, das Fussganglion ist jedoch häufig unpaar geworden, und sehr klein; bedeutend sind die Eingeweideganglien. Mit dem Schwinden des Kopfes rücken die obern Kopfganglien zuweilen weit nach hinten auf den Oesophagus, so dass ihre mediane Commissur, welche in andern Fällen bis zum Verschwinden kurz ist, eine bogenförmige Schlinge um den Mund bildet. Die peripherischen Nerven, welche nur von den Ganglien entspringen, schwellen häufig wieder zu Ganglien an, und bei den Tunicaten ist das zwischen Mund und After liegende Ganglion nicht mit den Centralganglien zu vergleichen, welche mit dem gänzlichen Mangel eines Kopfes und Fusses vollständig verloren gingen, sondern mit einem jener peripherischen. Über ein Eingeweidenervensystem ist noch nichts sicheres bekannt. Während die Augen am Kopfe während der Entwickelung wieder schwinden und durch neue an Stellen der Peripherie zuweilen ersetzt werden, stehen die Gehörorgane stets mit dem Fussganglienpaare in Verbindung. Die morphologischen Verhältnisse des Muskelsystems sind mit denen des Fusses und Mantels schon erörtert.

Mit der Zugrundelegung des Molluskentypus sind die Tunicaten und Acephalen vor allen übrigen durch die ungleichmässige Entwickelung des Mantels ausgezeichnet, gegen welchen die animalen Organe, Kopf und Fuss, bedeutend zurücktreten.

§. 84.

Cephalophoren.

Obschon im allgemeinen Plane der Vertheilung der verschiedenen Organe mit den vorhergehenden Formen übereinstimmend ist bei den Cephalophoren der Mantel nie zu einem den ganzen Körper einhüllenden Sacke entwickelt, dagegen zeigt sich überall der Kopf und in den meisten Fällen auch der Fuss auf eine eigenthümliche Weise ausgebildet. Es ist gerade die gleichmässig deutliche Entwickelung jener drei den Mollusken eigenen Körpertheile ein Theil des morphologischen Charakters der Cephalophoren. Ihr Körper ist im Allgemeinen seitlich symmetrisch, doch erleidet diese Symmetrie besonders in dem vegetativen Körperabschnitt mannichfache Störungen, während die animalen Theile auch hier strenger an derselben festhalten. In der Mehrzahl der Fälle bedeckt eine spiralig aufgerollte, selten sym-

Digitized by Google

metrische Schale die Eingeweidemasse, den Darm auf eine charakteristische Weise biegend. Bei denen, welche eine äussere Schale entwickeln (s. §. 58), ist der After seitlich nach vorn gedrängt durch die spirale Umdrehung der ganzen Eingeweidemasse, bei denen mit innerer Schale drängt diese selbst das Darmende zur Seite. Hierdurch entsteht bei den ersten ein hinterer darmloser Körpertheil, während bei letzten der Darm in die Windungen der Schale mehr oder weniger eintritt. Die Form der Schale, oder, wo diese fehlt, des Mantelsackes ist platt oder verlängert, hoch, die in der Systematik mannichfach benutzten Formen annehmend. Am Kopfe, welcher hier constant die Sinnesorgane trägt, sind nur der Mund, die Tentakeln und zuweilen ein Rest der embryonalen Vela zu unterscheiden. Derselbe ist der constanteste Theil der animalen Gebilde. Der Fuss ist ursprünglich lang gestreckt, wird jedoch häufig in einzelnen Stellen rudimentär. Überall hängt er vorn mit dem Kopfe mit seiner ganzen Masse oder durch eine schmale Commissur zusammen. Sein mittlerer Theil verbreitet sich zuweilen bedeutend, sogenannte Flossen darstellend [1]). Die obere Fläche seiner hintern Hälfte verwächst meist mit dem ihn hier deckenden Eingeweidesack. Auch bei den Cephalophoren liegen die Respirationswerkzeuge am untern Rande des Eingeweidesackes in der Furche zwischen ihm und Fuss, zuweilen von einem freien Fortsatze des Mantels in eine Höle eingeschlossen.

Mit Bezug auf die typische Anordnung der einzelnen Systeme so zeigt auch hier der Darm die erwähnten Abschnitte. Die Mundhöle, in welche die von zwei fleischigen Lippen umgebene Mundöffnung führt, trägt meist Kiefern und eine beim Kauen benutzte, mit Reibplatten und einem meist sehr complicierten Bewegungsapparat versehene Zunge. Der Oesophagus, dessen Länge von der grössern oder geringern Verlängerung des vordern Fusstheils abhängt, führt zum Magen, welcher zuweilen mit einem eigenen Kauapparat versehen ist, dadurch in einen kauenden und verdauenden Abschnitt zerfallend. An seinem hintern Ende münden die meist in mehrfacher Zahl vorhandenen Gallengänge aus der Leber, welche hier in der Mehrzahl der Fälle ein vom Darme getrenntes parenchymatöses Organ ist (nur bei den Pteropoden und Gymnobranchiaten sitzen die Gallenzellen der Darmwand auf) und meist die Windungen

1) Vielleicht ist es zweckmässig, den Fuss in mehrere Theile bei der Betrachtung zu trennen, da die Formenverschiedenheiten sich an gewisse Gegenden desselben zu halten scheinen und bei den Cephalopoden dieselben getrennt angelegt werden.

Digitized by Google

des Darmes eng umgibt. Blinde Anhänge in einfacher oder doppelter Zahl finden sich nur selten, zuweilen dann am vordern Magentheil. Das Gefässsystem besteht aus einem systemischen, dem Darme aufliegenden Herzen, welches in seiner Lage den oben erwähnten Biegungen desselben folgt, und einer Aorta, welche sich bald nach ihrem Ursprunge in einen Gefässstamm für den Kopf und einen für die Eingeweidemasse theilt. Auf diese Gefässe, welche sich noch ziemlich weit theilen, folgt an der Stelle des Capillarsystems ein Netz sinuöser Hohlräume, welche von der innern Gefässhaut ausgekleidet werden und das Blut dann in venösen Ästen, welche zu den Respirationsorganen führen, sammeln. Neben den letztern liegt auch hier die Niere, ihren Ausführungsgang dem Enddarme oder der Athemöffnung zusendend. Die Respirationsorgane sind entweder Kiemen oder Lungen, und richten sich in ihrer Conformation nach der allgemeinen Körpergestalt, da sie, wie bei den Acephalen, dem Mantelrande und dessen Ortsveränderungen folgen. Häufig werden sie daher auf eine Seite gedrängt, zuweilen jedoch bewahren sie die vom Mantelrande gegebene Symmetrie. Die Generationsorgane zeigen einen sehr deutlichen Gegensatz zwischen eigentlichen Drüsen und ausführenden Apparaten. Beide Geschlechter sind entweder getrennt oder auf eine früher besprochene eigenthümliche Weise vereinigt. Der Ausführungsgang sondert sich bei beiden Geschlechtern in Abschnitte, welche man ihrer Function nach *vas deferens* oder Tuba, Uterus und Vagina oder *ductus ejaculatorius* nennt. Bei der Mehrzahl treten dann in der Nähe der Mündung accessorische, auf die Begattung oder Neomelie bezügliche Drüsen auf. Die Centralorgane des Geschlechtssystems nehmen auch hier in der Regel den Gipfelpunkt des Rückens ein, nur in seltenen Fällen, bei grosser Abplattung des Eingeweidesackes mehr nach hinten oder zur Seite rückend; sie sind fast überall unpaarige, ursprünglich der Verticalebene angehörige Gebilde. Die Mündung der Generationsorgane variirt ziemlich bedeutend, indem bei den getrenntgeschlechtlichen Cephalophoren die Öffnung in der Nähe des Afters ist, während bei den Zwitterformen die Geschlechtscloake mehr oder weniger nach vorn gerückt ist. Am weitesten wird in dieser Richtung der Penis geschoben, welcher hier stets undurchbohrt, nur Reizorgan ist, selten vielleicht zur Übertragung des Samens dient. — Von den animalen Organgruppen zeigt das Nervensystem die constanteste Anordnung. Es sind hier überall drei Ganglienpaare vorhanden, das Kopf-, Fuss- und Eingeweideganglienpaar, deren ursprüngliche Lage die oben bezeichnete und in ihrem Namen gegebene ist. Sie können jedoch diese Stellen in einer

Digitized by Google

gewissen Ausbreitung verlassen und namentlich einander so nahe rücken, dass sie eine einzige über dem Schlunde liegende Masse bilden (Gymnobranchiaten) oder einen engern Ring ganglionöser Massen um denselben darstellen (viele Pulmonaten). Ziemlich constant ist gleichfalls die Vertheilung der Nerven. Vom Kopfganglion treten Äste ab für die Augen, die Geruchswerkzeuge (s. *Moquin-Taudon* a. a. O.) und den Mund; vom Fussganglion die hauptsächlichsten motorischen Äste; endlich vom dritten (Kiemen-) Ganglienpaare Zweige zum Mantel, den Respirations- und Geschlechtsorganen. Alle diese Äste können während ihres Verlaufs wieder in Ganglien anschwellen, welche sich jedoch vorläufig einem Nachweis typischen Auftretens zu entziehen suchen. Ausser diesen, vorzugsweise die animalen Organe versehenden Nerven erscheint auch hier, zwar in Verbindung mit dem Fuss- und Seitenganglion, jedoch seiner Hauptentwickelung nach ziemlich selbständig, ein Eingeweidenervensystem, zwischen den Eingeweiden in mehrere Ganglien anschwellend. Das Muskelsystem tritt auch hier zunächst als Hautmuskelschlauch auf, ist aber in den zu seiner Aufnahme bestimmten Organen, dem Kopfe und Fusse, durch besondere Organe vertreten. In diesen tritt zum ersten Male die Andeutung innerer Skeletbildung auf, indem der Kopf zuweilen knorpelige Theile enthält, jedoch noch nicht als eigentliche Rudimente der Schädelkapsel, sondern als accessorische Muskelansatzstücke. Jedenfalls scheint wenigstens durch sie dem Auftreten der Schädelkapsel der Cephalopoden vorgearbeitet zu sein.

Es würde zu weit führen, die Modificationen des Cephalophorentypus durch die einzelnen Ordnungen zu verfolgen. Schon aus der mitgetheilten Skizze geht hervor, dass sie den Mittelpunkt der Mollusken nach dem vorhin aufgestellten Plane bilden. Alle Veränderungen beschränken sich auf die relative Entwickelung der drei Haupttheile, welche jedoch hier nie so weit geht wie bei den Acephalen, dass einer derselben schwindet.

§. 85.

Cephalopoden.

Es wurde schon oben der allgemeinen Form der Cephalopoden gedacht und zugleich der Versuch gemacht, dieselbe auf das Gesamtbild des Molluskenkörpers zurückzuführen. Die Entwickelungsgeschichte bestätigte diese Deutung und es bleibt nun übrig, dieselbe im Einzelnen näher zu verfolgen. Waren die Acephalen durch Überwiegen der vegetativen Körpertheile, die Cephalophoren durch ein Gleich-

Digitized by Google

gewicht der vegetativen und animalen charakterisiert, so tritt uns in den Cephalopoden das andere Endglied dieser einfachen Reihe mit einem Überwiegen der animalen Gebilde entgegen. Während die allgemeine, die Eingeweide umgebende Haut kaum zur Bildung eines untern freien Mantelrandes und einer nach hinten und oben gerückten Kiemenhöle entwickelt ist, zeigt der Kopf und Fuss eine bei keinem wirbellosen Thiere wiederkehrende Entwickelung. Ersterer trägt das für die ganze Grösse des Thieres colossale Auge, das Geruchs- und Gehörorgan. Letzterer zeigt drei Abschnitte, einen mittlern, die Verbindung mit dem Eingeweidesacke vermittelnden, welcher hier an die Seitenfläche des Thieres (doch nur bis an die Grenze zwischen Mantel und Fuss) gerückt ist und den Trichter darstellt, einen vordern und hintern Theil, welcher letztere zu den für diese Classe charakteristischen Armen geworden ist, während der erstere die Verbindung des ganzen Gebildes mit dem Kopfe bewirkt. Beim Nautilus ist nur der mittlere Theil vollständig in der den übrigen Cephalopoden eigenen Form, die beiden anderen sind zu tentakelartigen Fortsätzen umgewandelt, welche in grösserer Zahl die Mundöffnung paarig umgeben, jedoch aus demselben Theile des Nervensystems ihre Nerven erhalten wie die Arme der übrigen. Da durch die eben geschilderte Entwickelung des Fusses die Hauptmasse der animalen Systeme nach dem Kopfe gerückt ist, wird hierdurch das eigenthümliche Überwiegen dieses armtragenden Gebildes erklärt, welches den hervorstechendsten Zug der Cephalopodengestalt ausmacht. Zuweilen deckt den Mantel eine äussere Schale, welche, im Gegensatz zu dem gleich zu erwähnenden Rückenschilde, stets spiralig gewunden ist. Charakteristisch für diese ist, dass ihre Windungen stets in einer Ebene liegen, ohne Erhebungskegel, und dass die Windungsrichtung von hinten nach vorn ist, also cephalad, während die Schneckenschalen meist die entgegengesetzte Richtung ihrer Windungen (distad) zeigen.

Besitzen hiernach die Cephalopoden schon in ihrer äussern Form so vieles Eigenthümliche, so ergibt sich auch in ihrem innern Bau, trotz der Übereinstimmung mit dem allgemeinen Molluskenplane, vieles ihnen besonders Eigene, was häufig Veranlassung gab, dieselben als nach einem besondern Typus gebaut anzusehen. Die Verdauungsorgane beginnen mit einem von fleischigen, häufig gefransten Lippen umgebenen Munde, welcher in eine muskulöse, mit zwei hornigen Kiefern bewaffnete Schlundhöle führt. An diese schliesst sich ein verhältnismässig enger Oesophagus, welcher vor seinem Übergang in den muskulösen Magen zuweilen drüsig sich erweitert.

Digitized by Google

Vom Magen aus setzt sich der Darm nicht weit von der Einmündungsstelle des Oesophagus fort und trägt hier einen kurzen oder längern Blindsack, welcher, mit drüsenreichen Wänden versehen, die Gallengänge aufnimt und zuweilen spiralig gewunden ist. Von ihm aus steigt der Darm gerade nach hinten hinab zur Trichterhöle, sich in dieser mit dem zuweilen mit Fransen umgebenen, sphincterartig zu verschliessenden After öffnend. In der Schlundhöle findet sich hier gleichfalls eine Zunge, welche jedoch weniger zum Kauen als vielmehr zur Geschmacksempfindung eingerichtet zu sein scheint. In dieselbe münden ferner die zwei oder vier Speicheldrüsen. Die den Oesophagus und Magen umgebende Leber mündet in den Blindsack, und trägt hier der Gallengang accessorische Drüsen, welche vielleicht mit Recht für die ersten Formen eines Pancreas angesehen werden. Das Gefässsystem besteht aus Herz, Arterien und Venen und einem zwischen beiden liegenden Capillargefässsystem. Das Herz liegt unpaar in der Mitte auf der hintern Fläche und ist auch hier systemisch; Kopf- und Bauchaorta verlassen dasselbe als zwei gesonderte Gefässe. Die Venenstämme schwellen vor ihrem Eintritte in die Kiemen herzartig an, wirkliche Kiemenherzen auf jeder Seite darstellend. Aus den Kiemen, welche wie gewöhnlich in einer vom Mantelrande gebildeten, an der Grenze zwischen Fuss (Trichter) und Eingeweidesack liegenden Höle enthalten sind, kehrt das Blut durch zwei starke Kiemenvenen zum Herzen zurück. Auch die Nieren bewahren ihre Lage neben den Kiemen, so dass das Blut erst durch sie fliessen muss (eine Art Nierenpfortaderkreislauf bildend). Über ihren eigenthümlichen Bau vergl. p. 151. Die Generationsorgane, welche im Allgemeinen eine Schlauchform besitzen, sind dadurch von denen der Cephalophoren verschieden, als das Ovarium nicht direct mit diesem Schlauche, welcher den Oviduct bildet, zusammenhängt, sondern frei in dessen Höle als eine Einstülpung einer seiner Wände angesehen werden kann, während auf analoge Weise der aus zahlreichen Canälen zusammengesetzte Hode von einer sich in das *vas deferens* fortsetzenden Kapsel umgeben wird. Beiden sind noch accessorische Drüsen beigegeben. Mit den Form- und Lagenveränderungen des Fusses sind auch andere wesentliche Modificationen an den animalen Organen aufgetreten. Zunächst finden sich wirkliche Theile eines innern Skelets. Constant ist überall ein ringförmiger Kopfknorpel vorhanden, welcher die Kapsel für das Centralnervensystem bildet und Fortsätze zu Augenkapseln sendet. An demselben befestigen sich gleichzeitig die Hauptmuskeln, welche hier schon zu Muskelbündeln verbunden sind. Ausser diesem Kopfknorpel finden sich

Digitized by Google

häufig noch andere Muskelknorpel, so an der Basis der Arme, am Trichter u. s. w. Während das Muskelsystem des Kopfes und Fusses auf diese Weise höher ausgebildet ist, gewinnt auch der Muskelschlauch des Mantels an Stärke. Im Mantel tritt häufig noch eine Concretion auf, welche jedoch mit dem Skelette nichts zu thun hat, sondern ein Rudiment der schon bei den Limacinen innern Schale darstellt. Das Centralnervensystem besteht aus den drei Hauptganglienpaaren, welche jedoch in ihrer gegenseitigen Lage wegen der starken Verbreitung der zum Fusse gehörigen Gebilde etwas verschoben sind. Das Kopfganglienpaar ist mit seinem kleinen Theile median verschmolzen und gibt die Lippen und Mundnerven ab; seine grössere Hälfte ist seitlich an die untere Wand des Oesophagus gerückt und gibt die Sinnesnerven. Mit dieser verschmolzen und dicht vor ihr liegt das Fussganglion, die Arme mit Nerven versorgend; unmittelbar hinter ihr und gleichfalls ohne Commissur mit ihr zusammenhängend, findet sich das Seitenganglienpaar (Eingeweide- oder Kiemenganglien der Cephalophoren), von dem die Äste für den Mantel (an diesem accessorische Ganglien bildend) abgehen (wie bei den Cephalophoren). Das Eingeweidenervensystem hängt auch hier durch einen starken Ast mit der Kopfganglienmasse zusammen. Auge, Ohr und Geruchsorgan finden sich gleichfalls alle am Kopfe.

Stellen sich nun die Cephalopoden als echte Mollusken dar, deren Typus ohne Zwang auf ihren für eine erste Betrachtung so abweichenden Körperbau angewendet werden konte, so ist doch nicht bloss durch die ausserordentlich weite histiologische wie organologische Differenzirung, sondern auch durch die morphologischen Verhältnisse ein Hinweis an die Behaftungen des Wirbelthierkörpers gegeben, zu dem ihnen nichts weiter fehlt, als eine Segmentirung des in seinen Elementen gegebenen animalen Systems, welche aber, wie wir sahen, dem Molluskentypus fremd ist.

Achtzehntes Capitel.

Wirbelthiere.

§. 86.

Die Arthropoden waren Thiere mit einem in gleichwerthige Segmente zerfallenden Körper ohne scharfe Sonderung der functionell verschiedenen Theile; die Mollusken dagegen ungegliederte Thiere

Digitized by Google

mit scharfer Sonderung der animalen und vegetativen Systeme. Es wurde schon öfter angedeutet, dass bei den Wirbelthieren diese beiden durchgreifendsten Eigenthümlichkeiten vereinigt sind. Sie nehmen von den Mollusken die Trennung der animalen von den vegetativen Systemen, von den Arthropoden die Segmentirung, welche sich, wie schon bei den Arthropoden zuweilen sichtbar war, nur auf die animalen Systeme erstreckt. Die Centralorgane des vegetativen Lebens sind nicht einmal seitlich symmetrisch, sondern unpaar median, und schliessen sich erst in den Punkten, wo sie directer als Nährorgane der animalen auftreten, an deren seitlich symmetrische Anordnung an. Der Wirbelthierkörper hat jedoch nicht bloss eine verticale Theilungsebene, sondern auch eine horizontale, so dass sich an den animalen Systemen nicht bloss rechts und links, sondern auch oben und unten genau entsprechen. Diese Symmetrie wird aber durch locales Überwiegen einzelner vegetativer Organgruppen in sofern gestört, als wol an allen Stellen des Körpers die den oberen genau entsprechenden unteren theils in ihren Elementen sich wiedererkennen lassen, jedoch in einer der der oberen nicht völlig gleichen Form und zuweilen mit accessorischen Elementen. Versucht man, den Wirbelthierkörper in Anschluss an den der Mollusken zu bringen, so hat man sich vorzustellen, dass die ursprünglich direct vom Hautmuskelschlauch umgebene Eingeweidemasse in Gegensatz tritt zu den animalen Organmassen, welche letztere aber hier nicht, wie bei den Mollusken, auf eine Seite des Thieres beschränkt bleiben, sondern die erstere vollständig umwachsen. Auf diese Weise erhält man zunächst eine Nervenhöle und eine Eingeweidehöle in den animalen Systemen. Mit der Streckung dieser werden beide zu Röhren und die im Begleit dieser Verlängerung auftretende Segmentirung lässt diese Röhren aus Doppelringen zusammengesetzt erscheinen, welche in einem Punkte zusammenhängen. Diese Doppelringe sind die Wirbel, der eine bildet mit den anliegenden den Nervencanal zur Aufnahme des hier als Gehirn und Rückenmark concentrierten Centralnervensystems, der andere den Eingeweide-, oder da er in seiner einfachsten Form nur Elemente des Blutsystems enthält, den Blutcanal. Ersterer ist überall der obere, letzterer der untere. In diesen Wirbeln, welche zunächst Scheiben der animalen Systeme darstellen, erhält nun aber ein nur bei den Cephalopoden vorhandenes Gebilde eine höhere Ausbildung, welches den vorwiegenden Charakterzug der Wirbelthiere ausmacht, das innere Skelet. Wie bei den Cephalopoden bildet es die Kapsel für das Centralnervensystem und bietet Ansatzpunkte für die Muskeln dar. Durch die Segmentirung wird

Digitized by Google

es in einzelne knorpelige oder meist knöcherne Segmente zerfällt, welche man vorzugsweise Wirbel nennt. Der Punkt, in dem die beiden Wirbelringe sich berühren, bildet den Mittelpunkt für das ganze System. Er ist häufig mit den anliegenden noch verwachsen, indem erst mit der allmählichen Differenzirung der peripherischen Wirbeltheile auch auf ihn die Segmentirung übergeht. Er bildet die Wirbelsäule, die ungegliederte *chorda dorsalis*, die Reihe solider Wirbelkörper.

Eine vergleichende Betrachtung des Skelets ist von solcher Wichtigkeit, dass die Hauptzüge der typischen Bildung der Wirbel etwas specieller mitgetheilt zu werden verdienen, wobei ich im Allgemeinen den Darstellungen *Owen's*[1]), als den naturgemässesten, folge. Jeder Wirbel zeigt in seiner ausgebildeten Form einige oder die meisten, niemals jedoch alle der folgenden Theile, welche stets als solche durch ihre Lage und Verbindung zu erkennen sind und welche in der Mehrzahl exogene Fortsätze, d. h. solche ohne besondere Ossificationspunkte, entwickeln können. Die Achse der Wirbelsäule bildet das Centrum des Wirbels, dessen Körper. Dasselbe fehlt selten, trägt das Centralnervensystem, hängt mit seinen Modificationen von diesem ab und entwickelt als exogene Fortsätze die Hypapophysen und bei den drei höheren Classen die Parapophysen. Erstere, zuweilen fälschlich unterer Dorn genannt, unterscheiden sich dadurch von dem wirklichen untern Dorn, dass sie stets exogene Processe des Centrum sind, welches jener nie erreicht. Die Parapophysen sind die unteren Querfortsätze, welche bei Fischen autogen (d. h. aus besonderen Ossificationspunkten) sich entwickeln. Die Function beider ist, Ansatzpunkte für Muskeln zu bieten, der letzteren noch Gelenke mit den Pleurapophysen zu bilden. Am Schädel finden sich nur die letzteren. An den oberen Seiten des Centrum sind durch Naht oder Anchylose zwei autogene Wirbelelemente befestigt, welche die Bögen zur Bildung des obern, Nerven-, Canals darstellen, die Neurapophysen. Sie sind constanter als die Wirbelcentren, fehlen nur am Schwanzende der Luftathmer, verschmelzen häufig mit dem Centrum, zuweilen untereinander, sind nur beim Stör in zwei über einander gelegene Theile zerfallen und tragen am untern Ende die zuweilen auf die Centren des Wirbels rückenden exogenen Diapophysen, die oberen Querfortsätze, am obern die Gelenk- und Muskelfortsätze, die Zygapophysen, Metapophysen und Anapophysen, von denen die ersteren zwar ziemlich constant, doch in manchen Fällen von den letzten verdrängt werden. Die Neurapophysen stehen stets in Beziehung zum Austritt der Nervenstämme aus dem Centraltheil und haben dazu entweder ein Loch oder einen Ausschnitt. Geschlossen wird der obere Wirbelcanal durch den obern oder Nervendorn, welcher nur selten (Hals der Nager z. B.) fehlt oder doppelt auftritt. An der untern Seite des Centrum bilden die beiden unteren Bögen, die Haemapophysen,

---

1) *Lectures on comparat. Anat. and Phys. of Vertebr. Anim. Pt. I. Fishes. London* 1846. *On the Archetype and the Homologies of the Vertebrate Skeleton. London* 1848.

Digitized by Google

die Gegenstücke der Neurapophysen, tragen zuweilen, wie jene, Zygapophysen, und nehmen zum Schlusse des untern Canals den untern Dorn noch zwischen sich. Sie sind im Ganzen selten in ihrem Auftreten. Wird der untere Wirbelcanal zur Bildung einer Eingeweidehöle erweitert, dann treten an den Seiten der Wirbel, entweder mit den Centren oder der Diapophyse oder der Parapophyse oder mit dieser und dem Centrum sich verbindend, die sogen. Rippen, die Pleurapophysen, auf, welche dann noch unten die Haemapophysen als Rippenknorpel oder Sternocostalknochen zwischen sich nehmen. Sie finden sich bei den höheren Classen fast an den meisten Kopf- und Rumpfwirbeln, häufig jedoch nur auf ein centrales Rudiment reduciert. Als inconstanteste Elemente der Wirbel erscheinen endlich die divergirenden Anhänge, welche bei den Fischen die sogen. Fleischgräten darstellen (Rippen, *Meckel*), bei den höheren Classen bis auf zwei Paare, die Extremitäten, schwinden. Wie sie in ihrem Auftreten an den Wirbeln im Allgemeinen unbeständig sind, so passen sie sich am meisten den Bedürfnissen der Locomotion an als freie in die Muskelmasse reichende Fortsätze. Mit Ausnahme der Fische, wo diese Anhänge an mehreren Wirbeltheilen vorkommen, sind sie überall an Elementen des untern Wirbelbogens befestigt, welche entweder mit ihrem Centrum noch zusammenhängen oder von demselben sich entfernen. Je nach den Ausbildungen der Wirbel in den verschiedenen Gegenden der Wirbelsäule unterscheidet man Hals-, Brust-, Lenden-, Becken- und Schwanzwirbel, welche sich so charakterisiren: Halswirbel sind Wirbel mit freien oder angewachsenen Pleurapophysen, deren peripherisches Ende nie den untern Bogen schliesst (das Sternum nicht erreicht); Brustwirbel sind solche mit freien Pleurapophysen, von denen die vordersten das Sternum erreichen; Lendenwirbel solche mit angewachsenen oder fehlenden Pleurapophysen hinter den Brustwirbeln; Beckenwirbel mit unteren Bögen und daran befestigtem divergirendem Anhange (sie stellen, wenn mehrere auftreten, die Kreuzwirbel dar); Schwanzwirbel endlich folgen auf das Becken oder die Brust und sind meist durch den ohne Pleurapophysen bewirkten Schluss des untern Canals kenntlich. — In Bezug auf die Frage, ob der Schädel als aus Wirbeln zusammengesetzt zu betrachten ist, habe ich zu bemerken, dass dies ganz entschieden zulässig ist, und zwar bis in die einzelnen Theile. Dass die Knochen desselben verschiedene Entwickelung haben, hat keinen Einfluss auf ihre morphologische Bedeutung. Einmal nämlich entsteht die den secundären Knochen zur Grundlage dienende Masse aus derselben skeletbildenden Schicht wie der präformierte Knorpel der übrigen und dann (s. §. 67 *a* p. 387) ist die Genese nur einer jener Factoren des Resultats, welches wir untersuchen. Um dasselbe erklären zu können, dürfen wir es nicht in seine einzelnen Factoren zerlegen, sondern müssen es als vollendete Form gegeben und abgeschlossen betrachten; und hier hat dann Lage, Verbindung und zum Theil auch Function eine bei weitem grössere Bedeutung.

Während das Knochensystem in einzelne Wirbel getheilt wird, findet auch eine gleiche Segmentirung in dem Muskel- und Nervensystem statt. Während der ursprüngliche Hautmuskelschlauch auf Rudimente (s. p. 72) reduciert ist, hat das accessorische animale

Digitized by Google

Muskelsystem eine überwiegende Entwickelung erfahren. Diese Muskelscheiben, Myocommata, entsprechen ursprünglich genau der Zahl der Skeletwirbel; mit den verschiedenen Anforderungen an dasselbe in Bezug auf besondere Bewegungsvorgänge erleidet es jedoch in einzelnen Theilen eine längsweise Verschmelzung, so dass die in der Längenrichtung des Thieres sich wiederholenden gleichwerthigen Muskelsegmente allmählich in, sich seitlich und oben und unten entsprechende Muskelmassen gesondert werden, welche jedoch selbst wieder je nach den Classen und den diesen allgemein eigenen Lebensverhältnissen mannichfache Modificationen erleiden. Allgemein ordnen sich die Muskelmassen[2]) in die die Wirbelsäule symmetrisch umgebende Seitenrumpfmuskelmasse, deren Bauchhälfte den Luftathmern bis auf einzelne Rudimente fehlt[3]), das System der Seitenbauchmuskeln, das System der erst in den höheren Classen von den Seitenrumpfmuskeln sich trennenden Zwischenrippenmuskeln[4]), und endlich in die Überbleibsel des primären vegetativen Hautmuskels, zu denen vorzüglich der *transversus abdominis* mit der *triangularis sterni* und das Diaphragma gehört. In der Cutis treten nur selten secundäre Hautmuskeln auf. An der Segmentirung nimt endlich noch das Nervensystem Theil. Die vegetative Gleichheit der jedem einzelnen Wirbel entsprechenden Centraltheile, welche am ganzen Rücken durch Verschwinden der Commissuren überall innig mit einander verschmelzen, wird nur am Vorderende der Wirbelsäule gestört, und die sich hier different darstellenden Nervencentren bilden das Gehirn, welches ursprünglich so viel Abtheilungen erkennen lässt, als in die Bildung seiner knöchernen Kapsel Knochenwirbel eingehen, jedoch häufig noch Intercalarmassen erhält. Das peripherische Nervensystem folgt in seinen Verzweigungen zunächst gleichfalls der Segmentirung, besonders in den animalen Systemen selbst; es steht jedoch an den meisten Stellen mit dem ursprünglich seitlich symmetrischen, in seiner Verbreitung jedoch der Asymmetrie der Eingeweide folgenden Eingeweidenervensystem in Verbindung. Sprechen

2) s. vorzüglich *Joh. Müller's* Untersuchungen in seiner vergleichenden Anatomie der Myxinoiden. 1. Theil.

3) s. Meine Beiträge zur vergleichenden Muskellehre in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. p. 239.

4) Die Trennung dieses Systems von den Seitenrumpfmuskeln ist nur eine künstliche, welche wahrscheinlich deshalb angenommen wurde, als sie sich zuweilen allein auf der untern Hälfte erhalten, bedeckt von den äusseren Seitenbauchmuskeln, nach innen dann den primären Hautmuskel (*transversus abdominis*) deckend.

Digitized by Google

auch die histiologischen Verhältnisse dieses letzten dafür, es nur als einen Theil des Cerebrospinalsystems zu betrachten, so weisen doch einmal die Fälle, wo dasselbe (wie bei den Cephalopoden) hauptsächlich von Gehirnnerven gebildet wird, und dann die anderen Extreme, wo es nur mit den am Cerebrospinalsystem peripherisch auftretenden Ganglien zusammenhängt, für seine morphologische Sonderung. Wie schon bei den Mollusken, so sind in noch höherem Grade die Sinnesorgane am Kopfe fixiert, und zwar so, dass jede der vorderen Hirnabtheilungen einem solchen entspricht. (Ausser der seitlichen und obern und untern Symmetrie hat man häufig noch von vorderer und hinterer gesprochen. Indess ist diese Ansicht, welche schon in der ursprünglichen vegetativen Gleichheit der Wirbel, dann aber besonders durch die heteronome Entwickelung derselben ihre Widerlegung findet, aufzugeben. Sie wurde auf das in den mechanischen Verhältnissen des Wirbelthierkörpers begründete Auftreten von zwei Paar locomotiven Anhängen gegründet, welche jedoch, ursprünglich allen Wirbeln eigen, gerade erst durch Verschwinden derselben bis auf zwei die gewöhnliche Form erhielten. Ist auch bei Säugethieren wol eine Symmetrie zwischen diesen beiden nicht zu verkennen, so folgen derselben doch die übrigen Theile der animalen Systeme nur in soweit, als sie auf deren Bewegung Bezug haben, während die Centraltheile von ihr durchaus nicht berührt werden).

Wie erwähnt, sind die vegetativen Organe ursprünglich alle median, indem sie erst durch weiteres Wachsthum die Mittellinie verlassen und sich asymmetrisch den von den animalen Systemen gegebenen Räumlichkeiten anschliessen Die Mundöffnung findet sich überall auf der Bauchseite zwischen den unteren Bögen des zweiten und dritten Wirbels. Sie führt in eine Mundhöle, welche, ursprünglich mit dem Eingange in die Respirationshöle zusammenhängend, sich von dieser in den höheren Abtheilungen dadurch trennt, dass die der Bauchseite näheren Respirationsorgane mit ihrem Ausführungsgange die Mundhöle kreuzt, um sich zwischen dem ersten und zweiten Wirbel zu öffnen, hier mit dem Geruchsorgan sich vereinend. Auf den Mund und Schlund folgt ein längerer oder sehr kurzer Oesophagus, dessen Länge von der Ausbildung des zwischen Magen und Mundhöle liegenden Centraltheils des Circulations- und Respirationssystems abhängt. Der ursprünglich mediane, in seiner Bildung den Nahrungsverhältnissen der Thiere entsprechend sich modificirende Magen wird durch die Längenzunahme und dadurch bewirkte Windung des Darmes meist verschoben. Der Darm, welcher überall einen oder mehrere blinde Anhänge besitzt, zerfällt meist in einen

Dünn- und Dickdarm, welcher letztere sich in dem bauchständigen After öffnet. Die Hauptanhangsgebilde des Darms sind überall von den Darmwandungen, die hier ausgebildete Drüsenwandungen besitzen, getrennt. Das Gefässsystem ist überall geschlossen durch ein Capillarsystem. Das Centralorgan ist ein respiratorisches Herz, welches durch eine analoge Anschwellung der aus den Respirationsorganen zurückführenden Gefässe doppelt wird, wie wir bei Cephalopoden die Ursprünge der in die Athemorgane führenden Venen contractil werden sahen. Es liegt stets auf der Bauchseite zwischen den Respirationsorganen. An das Herz schliessen sich die in ihrer Vertheilung an die Morphologie der vegetativen sowol als animalen Organe gebundenen Arterien. Der Länge des Körpers entsprechend und Centraltheil des untern Wirbelbogens verläuft unter den Wirbelkörpern die Aorta oder *arteria subvertebralis impar* (*J. Müller*), sich bis in die Schwanzspitze und zuweilen noch am Halse erhaltend. Sie ist Haupteingeweidearterie und daher wie diese median. Die übrigen Arterien lassen sich nach ihrer Beziehung zu verschiedenen Gegenden der animalen Organe auf verschiedene Gruppen bringen, von denen die eine noch im untern Wirbelcanal zu Seiten des Wirbelkörpers, die zweite an den Seiten des letztern, die dritte an der Bauchfläche verläuft. Von den beiden ersten aus werden die kreisförmig die Wirbelbögen begleitenden Äste abgegeben. Aus dem die Organe durchziehenden Capillargefässsystem wird das Blut in Venenstämmen, welche eine den Arterien analoge Lage zum Wirbelsystem besitzen, und dann in vier Cardinalvenen gesammelt, zwei vordere und zwei hintere, welche sich, in die beiden *ductus Cuvieri* vereinigt, in die Herzkammer öffnen. Die Modificationen des Venensystems hängen ab von der ungleichmässigen Entwickelung einer der vier Cardinalvenen oder der aus einzelnen Organen zurückführenden Venen, mit denen dann diese in verschiedener Weise sich verbinden. Mit der histiologischen Selbständigkeit des Blutes steht das Auftreten von Chylus- und Lymphgefässen sowie der Milz in Verbindung. Die Respirationsorgane nehmen überall die zunächst auf die Mundhöle folgende Stelle des untern Wirbelcanals ein. Sind es Kiemen, dann werden die Träger derselben aus einer eigenthümlichen Verbindung der animalen und vegetativen Systeme gebildet, und der Mund wird gleichzeitig Kiemenmund; sind es Lungen, so geht die vegetative Seite des Körpers allein in ihre Bildung ein, der zuleitende Luftgang öffnet sich aber noch in den hintern Theil der Mundhöle, um die Luft, diese quer durchsetzend, durch die Nasenhöle nach aussen gelangen zu lassen. Die Harnorgane sind überall auf den

Digitized by Google

hinteren Theil der Leibeshöle angewiesen; sie geben jedoch ihre auch hier häufig noch vorhandene Beziehung zu dem Respirationssystem (welche durch den Lauf der Blutgefässe angedeutet wird) erst in den höheren Abtheilungen auf. Die Generationsorgane schliessen sich dadurch an die bei Cephalopoden stattfindenden Verhältnisse an, als ihre Producte (wenigstens die der weiblichen) frei in eine von ihnen verschiedene Kapsel gelangen, welche zuweilen fehlt, zuweilen den parenchymatösen Drüsenkörper in ihre Substanz nimt. Die Hoden stellen allgemein Canäle dar, welche zur Bildung eines parenchymatösen Organs verbunden sind. Beide Gebilde sind stets paarig symmetrisch und hängen, wie bereits erwähnt, in ihren Ausführungsgängen mit denen des Harnsystems häufig sehr zusammen. Sind die äusseren Öffnungen getrennt, dann ist die der Geschlechtsorgane die hintere, die der Harnorgane die mittlere, der After die vordere. Durch Verbindung der Harnleiter mit der vorderen Allantois und durch den Anschluss der Genitalgänge an die Harnwege gelangen beide vor den After. Meist sind accessorische Drüsen und in der Mehrzahl besondere Wollustorgane vorhanden.

Durch die grösste histiologische wie organologische Differenzirung, sowie durch Verbindung der hauptsächlichsten morphologischen Typen werden die Wirbelthiere die höchsten der ganzen Thierreihe, zu welcher von den Protozoen und Coelenteraten die beiden parallelen Reihen der Echinodermen, Würmer und Arthropoden, und der Mollusken naturgemäss hinführen.

§. 87.

Fische.

Wie der hauptsächlichste morphologische Charakter der Wirbelthiere in dem Umwachsen der animalen Systeme um die vegetativen und deren längsweise Gliederung gegeben war, werden die nach den Lebensverhältnissen der Thiere sich richtenden Modificationen in ihrer weiteren Ausbildung den Classentypus bestimmen, so dass die Bewegungsweise als Hauptsymptom einer bestimmten formellen Ausbildung der Organe der Relation für die Classen sehr bezeichnend wird. Natürlich gilt dies, wie überall, nicht in der strengen Bedeutung eines apodiktischen Gesetzes, indess ist die Morphologie der bewegenden Anhänge in den verschiedenen Classen in bestimmten typischen Grenzen sehr charakteristisch. Wie schon bei den eine Gliederung des Körpers zeigenden Arthropoden die Entwickelung der einzelnen Segmente in verschiedenen Abtheilungen verschieden war,

Digitized by Google

so finden wir auch hier am Anfang der Reihe Thiere mit mehr oder weniger deutlicher Homonomität derselben, welche im Allgemeinen den Fischen eigen ist. Hiermit hängt zusammen, dass das Hauptlocomotionsorgan der Stammtheil der gegliederten Wirbelsäule selbst ist. Accessorisch treten allerdings auch paarige locomotive Anhänge in der den Wirbelthieren typischen Zahl zwei auf; doch bleiben sie in ihrer Entwickelung gegen die Wirbelsäule zurück. Die Gesamtform der Fische entspricht ihrer homonomen Gliederung. Überall trägt der mit mehr weniger entwickelten Schuppen oder Platten bedeckte, meist seitlich comprimierte, höher als breite Körper sein Hauptlocomotionswerkzeug in dem die Fortsetzung der doppelten Wirbelröhre bildenden Schwanze, dessen Anfang durch den zuweilen weit nach vorn liegenden After bestimmt wird, der aber selbst nicht mehr zur Bildung der Eingeweidehöle benutzt wird. Die Extremitäten sind strahlig gegliedert, nur in ihren centraleren Theilen die typische Zusammensetzung zeigend. Der Kopf, der zusammengesetzteste Theil der ganzen Wirbelsäule, schliesst sich dennoch enger an die typische Form der Wirbelbildung an, als durch die Persistenz der Kiemenbögen und das Fehlen eines Halses die einzelnen Elemente in ihrer ursprünglichen Lage beharren. Der ganze Darmcanal ist hierdurch näher an den Kopf gerückt, die Eingeweidehöle noch nicht in eine Brust- und Bauchhöle geschieden, die Reste des ursprünglichen Muskelschlauchs auf einzelne muskulöse Theile am Anfange der Bauchhöle beschränkt.

Bei Betrachtung der typischen Organisationsverhältnisse der Fische ist zunächst auf die in den früheren Abschnitten gegebene Darstellung der Fischhaut zu verweisen. Da ferner die vegetativen Organe wesentlich von der Bildung der animalen influenziert werden, beginnen wir hier mit Erörterung dieser letzteren. Charakteristisch für das Skelet der Knochenfische ist, dass die hier autogenen Parapophysen am Schwanze den unteren Wirbelcanal bilden, dass sie keine Brusthöle, also auch kein Sternum und keinen Hals besitzen, dass ferner der die Hinterextremität tragende untere Bogen von seinem Centrum überall getrennt ist, während der vordere Schultergürtel in der Mehrzahl der Fälle an seinem Wirbel, dem Hinterhauptwirbel, haften bleibt. Der Schädel, welcher sich durch letzteren Umstand als in allen vier Wirbeln vollständig ausweist, zeichnet sich durch die Zahl der ihn zusammensetzenden Stücke aus, welche dadurch über die durch die Zahl der Wirbelelemente gegebene steigt, als einzelne der peripherischen Theile zuweilen in mehrere zerfallen, welche jedoch überall durch ihre Lage und Verbindung leicht zu

Digitized by Google

erklären sind. Die Wirbelkörper der Fische sind amphoterocoelisch, nur Lepidosteus hat zum Theil opisthocoelische[1]. Mit dem Zurückweichen der Verknöcherung ist die Skeletbildung bei den Knorpelfischen viel einfacher. Bei den Myxinoiden werden die beiden Wirbelcanäle nur durch Auseinanderweichen der Chordascheide gebildet; den Achsentheil der Säule bildet die persistirende Chorda. Bei den Petromyzonten treten zuerst knorpelige Streifen als Andeutungen der Wirbel auf; sie entsprechen den Neurapophysen. Bei den Ganoiden verknorpelt die innere Scheide, an der äusseren tritt eine knorpelige Neurapophyse, ein Nervendorn, unten Parapophyse mit daran befestigter Pleurapophyse auf. Bei den Selachiern bleiben Neur- und Parapophysen knorpelig, während der Körper durch knorpelige theilweis verknöchernde Ringe angedeutet wird; er zeigt sich dabei noch nicht ganz verknöchert, indem von der Basis der Neur- und Parapophyse conische Räume nach dem Mittelpunkte des Körpers vordringen, welche mit halbweichem Knorpel gefüllt sind. Zwischen hintereinander folgenden Neurapophysen finden sich hier zuweilen Intercalarstücke. Die Spinalnerven treten meist durch die Neurapophysen. Pleurapophysen fehlen den Rochen. Der Schädel der Knorpelfische ist gleichfalls äusserst einfach. Er stellt zunächst eine Erweiterung der Chordascheide dar, welche das Gehirn aufnimt und vorn in die Nasenkapsel sich fortsetzt. An der Basis tritt dann ein Knorpelstreif auf, welcher sich spaltet und bogenförmig wieder zusammenstösst, die Gaumenleisten. Die Chorda reicht hier sowie bei den Stören bis in die Mitte der Basis; bei den Plagiostomen, deren Gehirnkapsel ohne Gliederung bis auf obere Fontanellen verknorpelt, reicht sie nur bis an dieselbe. Die am hinteren Ende der Gaumenleisten liegenden Gehörblasen rücken bei den Plagiostomen und Stören in die Knorpelmasse und selbst in die Schädelhöle. Die *basis cranii* der ersteren ist einfach, die der letzteren von einer von den ersten Rückenwirbeln bis zur Schnauzenspitze reichenden Knorpelleiste von unten her bedeckt, den verschmolzenen Centren der Schädelwirbel. Von Theilen der untern Wirbelbögen findet sich entweder nur eine Gaumenplatte (Ammocoetes) oder dem Gaumen- und Zungenbeine vergleichbare Knorpel (Myxinen), endlich Ober- und Unterkieferknorpel mit meist einfachem Aufhängeknorpel. Was das

---

1) Interessant ist das Auftreten knorpeliger Theile an den Rückenwirbeln der Knochenfische, woraus hervorgeht, dass der Unterschied zwischen primären und secundären Knochen durchaus nicht auf den Schädel beschränkt ist, dann aber auch nicht die Bedeutung hat, die man ihr beilegt.

System der divergirenden Anhänge betrift, so finden sich dergleichen an den meisten Wirbeln der Knochenfische, am Kopfe als Wangen- und Schläfenbein und als Kiemendeckel, am Hinterhaupt als Brustflosse (nur bei den Plagiostomen entfernt sich diese vom Hinterhaupt), an den Rumpf- und Schwanzwirbeln als Fleischgräten meist in mehrfacher Zahl. Die Brust- und Bauchflossen lassen schon die Anfänge des Extremitätentypus erkennen, indem wenigstens die centraleren Theile derselben, Humerus und Femur, Unterarm und Unterschenkel und Carpus und Tarsus, in der Regel vorhanden sind; die Zahl der Finger ist jedoch meist ziemlich bedeutend und die einzelnen Strahlen zwar gegliedert, aber ohne die bei den eigentlichen Fingern auftretende Gliederung. Der Aufhängegürtel entspricht genau dem unteren Bogen; er hat eine Pleurapophyse, Scapula, Haemapophyse, Coracoid, der untere Dorn fehlt. An der hinteren Fläche der Scapula findet sich meist ein Knochen, welcher der Pleurapophyse des ersten Rumpfwirbels entspricht, die Clavicula. — Das Muskelsystem steht fast überall noch auf der Stufe der ursprünglichen Segmentirung, indem Verwachsungen einzelner Theile der Myocommata nur am Kopfe der Knochenfische, an deren Flossen, sowol den paarigen als den unpaaren Hautflossen, und an den Rückenmuskeln einiger Plagiostomen vorkommen, hier wirkliche Längsmuskeln bildend. Es stellen die Myocommata der Seitenrumpfmuskeln wegen der Form der fibrösen Scheidewände in der Regel in einander steckende Hohlkegel dar, welche in Reihen und wenigstens am Schwanze symmetrisch auf die Rücken- und Bauchseite vertheilt sind. Da die Scheidewände nicht an allen Stellen gleiche Richtung haben, erscheinen sie an der Oberfläche verschiedentlich gebogen. Ausser den Seitenmuskeln kommen nur bei den Myxinoiden Seitenbauchmuskeln vor. — Das Centralnervensystem zerfällt allgemein in Gehirn und Rückenmark; beide sind nur bei Amphioxus noch nicht geschieden. Das Gehirn lässt überall noch deutlich die einzelnen Anschwellungen erkennen, welche sich auf die Riechkolben, das Vorderhirn (Hemisphären), Zwischenhirn (dritter Ventrikel), Mittelhirn (*lobi optici, corpora quadrigemina*) und Hinterhirn (Cerebellum) zurückführen lassen, obschon das Auftreten einzelner Intercalarganglien die Deutung häufig erschwert. Da die Hemisphären noch nicht das eigentliche Vorderhirn und die darauffolgenden Abtheilungen überwachsen haben, fehlt ihnen allen das *corpus callosum*, ebenso der Fornix. Meist füllt das Gehirn die Schädelkapsel nicht aus. Die peripherischen Nerven verlassen mit functionell getrennten Wurzeln die Centralorgane und vertheilen sich dann symmetrisch nach oben und unten,

Digitized by Google

treten jedoch häufig durch Communicationsäste unter einander und mit einzelnen Hirnnerven zur Bildung besonderer Seitennerven zusammen. Die vom Gehirn entspringenden Nerven sind ausser den Sinnesnerven auf den Typus der Spinalnerven zu reduciren, was leider noch nicht überall recht gelungen, jedoch bei Amphioxus direct nachzuweisen ist. Ein sympathisches Nervensystem fehlt den Cyclostomen, es ist hier durch Äste der Hirnnerven ersetzt; bei den übrigen bildet es einen im Canal der unteren Wirbelbögen liegenden Strang, welcher mit den meisten Hirn- und allen Spinalnerven Verbindungen eingeht, an dieser Stelle in Ganglien anschwillt und Äste für die Eingeweide abgibt. Die Morphologie der Sinnesorgane wurde schon früher besprochen. Die Geruchsorgane bilden nur bei den Myxinoiden und Lepidosiren in den Gaumen geöffnete Canäle.

Was die vegetativen Systeme betrift, so ist ihr allgemein typisches Verhalten ziemlich einfach, obschon sich zahllose untergeordnete Modificationen finden. Die Mundhöle ist meist mit Zähnen ausgerüstet, welche in dieser Classe fast an sämtlichen in ihrem Umkreise liegenden Knochen sich finden können. Sie sind wie überall nur Schleimhautgebilde, hier jedoch meist nur locker an den Knochen haftend, selten mit diesen anchylosirend. Der Darmcanal liegt zuweilen theilweise ausserhalb der hier sehr weit nach vorn gerückten Bauchhöle zwischen den Muskelmassen der Bauchflosse. Er zerfällt in den meist sehr weiten Munddarm, welcher sich vom Magen nur selten durch eine Einschnürung abgrenzt. Am Magen selbst sitzt häufig ein Blinddarm; er ist gegen den Mitteldarm durch eine Klappe geschlossen. Auf den Magen folgt der Mitteldarm (Dünndarm), welcher meistens an seinem Anfange mehrere Blinddärmchen trägt, die *appendices pyloricae*. Ein Blinddarm zwischen Dünn- und Dickdarm fehlt überall. Der Afterdarm ist kurz und gerade, häufig mit einer seine Länge durchziehenden Spiralklappe versehen, und trägt bei den Plagiostomen auf der Rückseite einen Blinddarm von unbekannter Bedeutung. Er öffnet sich bei letzteren mit den Genitalorganen, wodurch schon die Cloakbildung vermittelt wird. Von den Anhangsgebilden ist die Leber nur bei Amphioxus ein Blinddarm, bei allen übrigen eine parenchymatöse Drüse; der Gallengang mündet im Anfange des Mitteldarms, nur bei den Plagiostomen in den Spiralklappendarm. Eine Gallenblase fehlt nur wenigen Gattungen; sie ist häufig ganz von Lebersubstanz umgeben. Ein drüsiges Pancreas ist bis jetzt nur in einzelnen Fällen gefunden worden, doch dann neben den Pförtneranhängen, so dass die Deutung dieser als Pancreas unhaltbar wird. Eine Milz fehlt nur Amphioxus (und Lepidosiren?). Das Gefässsystem

Digitized by Google

beginnt mit Chylusgefässen, welche das neue Blut in die Venenstämme, mit diesen in das Herz und durch die Kiemen in den arteriellen Strom treiben. Das Herz ist bei Amphioxus eine contractile Stelle des Hohlvenensystems; bei allen übrigen besteht es aus Kammern und Vorkammern. Das Pericardium ist nur eine Abschnürung des Peritoneums, mit dem es bei vielen Cyclostomen, dem Stör und den Plagiostomen communiciert. Im Atrium finden sich zuweilen am *ostium venosum* zwei Klappen, jedoch nicht constant, fast überall dagegen Klappen am *ostium arteriosum*. Der Ursprung der Kiemenarterie bildet meist eine contractile Anschwellung (*bulbus arteriosus*), der nur Amphioxus und den Cyclostomen fehlt. Zwischen ihm und Ventrikel finden sich zwei halbmondförmige Klappen; bei den Plagiostomen, Ganoiden und Lepidosiren, wo er von der Fortsetzung der Arterie scharf abgesetzt ist und eine Verlängerung der Kammer darstellt, fehlen diese, dagegen trägt er hier auf seiner Innenwand 2 — 5 Querreihen halbmondförmiger Klappen. Die Kiemenarterien sind bei Amphioxus vor ihrem Eintritt in die Kieme contractil. Von den Kiemenvenen geben die vordersten vor ihrer Vereinigung zur Aorta schon Arterien für den Kopf ab. Die Aorta verlängert sich nur bei den Myxinoiden als vordere *arteria subvertebralis impar;* ihr hinterer Stamm verläuft bis in die Schwanzspitze, bogenförmige Äste an die Wirbelbögen abgebend. Neben derselben verlaufen meist Arterien längsweis, welche sich auf die oben erwähnten Züge reduciren lassen. Das Venenblut sammelt sich in vordere und hintere Cardinalvenen, von denen die hinteren jedoch dadurch theilweise verloren gehen, als das Blut nochmals die Nieren und die Leber durchströmt. Durch die Eingeweide- und Extremitätenvenen wird auf diese Weise ein Hohlvenensystem gebildet, welches die Cardinalvenen bald zurückdrängt. Sind diese auch wegen des im Verhältnis zum Körper mächtigen Schwanzes bei Fischen grossentheils erhalten, so beginnt doch ihre Verkümmerung schon in dieser Classe, noch mehr in der folgenden. Die Respirationsorgane sind überall Kiemen, welche auf die Kiemenbögen befestigt sind. Die Eigenthümlichkeit der Respirationsweise bedingt die Bildung der Mundhöle, welche durch seitliche Spalten in die Kiemenhöle führt. Von den inneren Respirationsorganen hat sich nur ein der Stimmlade und den Bronchien vergleichbares Organ erhalten, die Schwimmblase. Dieselbe ist entweder geschlossen oder öffnet sich in den Oesophagus, zunächst am Rücken; die Öffnung rückt aber allmählich auf die Bauchfläche, so dass bei gleichzeitiger Spaltung der Schwimmblase ihre morphologische Beziehung sehr in die Augen fällt. Die Conformation derselben bietet

Digitized by Google

treffliche Charaktere dar. In Bezug auf das Harnsystem und die Geschlechtsorgane verweise ich auf die früher gegebene Schilderung.

§. 88.

Amphibien.

War es bei den Fischen verhältnismässig leicht, die Formenverschiedenheiten auf ein allgemeines Gesamtbild zurückzuführen, so bietet schon die äussere Gestalt der Amphibien mancherlei Schwierigkeiten dar. Die meist nackte, nur selten von Hornschuppen bedeckte Haut umschliesst einen entweder wurmförmig verlängerten oder kurzen und platten Körper, welcher entweder kaum Spuren von Extremitäten oder dieselben bedeutend entwickelt besitzt. An demselben finden sich zuweilen äussere Kiemenfäden oder nur eine Kiemenspalte oder keine Andeutung der früheren Kiemenrespiration. Unter Berücksichtigung der specielleren Morphologie wird es schon verhältnismässig leichter, einen diese Classe auszeichnenden Typus wiederzuerkennen. Hierbei ist zunächst im Allgemeinen hervorzuheben, dass bei keinem Amphibium und höheren Wirbelthiere die Vorderextremitäten am Kopfe befestigt sind; die Amphibien haben ferner stets einen mit der Wirbelsäule zusammenhängenden Beckengürtel; die Extremitäten zeigen, wo sie vollständig entwickelt auftreten, Ober- und Unterarm, Handwurzel und Finger; wo sie verkümmern, fallen die peripherischen Theile weg, welche nie strahlig zerfallen oder homonom gegliederte Fäden darstellen. Ist dies denselben auch mit den folgenden Classen gemein, so zeichnet sie doch noch aus, dass ihr Skelet auf einer dem Fische ähnlichen Stufe steht, dass sie nie eine knöcherne vollständig geschlossene Brusthöle besitzen, dass ihre Herzkammer ganz einfach ist, dass ihre Urogenitalorgane am meisten von den embryonalen Theilen in der vollendeten Form enthalten.

Beginnen wir hier mit den animalen Systemen. Die Wirbel schliessen sich in ihrer Form häufig an die der Fische an, bei den Perennibranchiaten und Coecilien sind sie biconcav, bei den übrigen entweder opisthocoelisch (Tritonen) oder procoelisch (Frösche). Hals und Brust, welche gewöhnlich unterschieden werden, existiren eigentlich nicht, da die Pleurapophysen nie das Sternum erreichen. Der obere Wirbelcanal wird von Neurapophysen gebildet und vom Nervendorn geschlossen, welcher letztere jedoch stets flach bleibt. Parapophysen fehlen stets; dagegen sind Diapophysen beträchtlich entwickelt. Pleurapophysen finden sich nur bei den Schwanzlurchen.

Das Sternum, welches durch die Schultergürtelknochen in seiner Lage erhalten wird, besteht aus zwei hinter einander liegenden Stücken. Das Kreuzbein besteht aus einem Beckenwirbel, welcher an dem zuweilen sehr verlängerten Querfortsatze die in zwei Theile zerfallene Beckenpleurapophyse trägt, von denen der eine centrale dem Flügel des Kreuzbeins, der peripherische dem Darmbeine entspricht. Geschlossen wird der untere Bogen durch das median häufig verschmelzende Haemapophysenpaar, das Sitzbein. Vor diesem treten zuweilen noch Stücke auf, welche dem zunächst vorderen Wirbel als Haemapophyse zugehören; sie sind die *ossa pubis*. Bei den ungeschwänzten Amphibien verwachsen alle diese Knochen, welche sich dagegen bei den Perennibranchiaten in ihrer ursprünglichen Form und Lage erhalten. Der Schultergürtel besteht aus der Hinterhauptspleurapophyse, der Scapularplatte, der zugehörigen Haemapophyse, dem Coracoid und der sich vorn anlegenden Clavicula (Pleurapophyse des Atlas). Die Extremitäten haben den gewöhnlichen Bau nun erlangt, die Fingerzahl übersteigt von nun an nie fünf. Der meist sehr platte Schädel articuliert durch zwei seitliche Gelenkflächen mit dem Atlas. Er ist zum Theil noch knorpelig, nur vorn und hinten verknöchert, zum Theil ganz verknöchert, jedoch mit Resten der inneren Knorpelkapsel. Die an dem Zungenbeinbogen befestigten Kiemenbögen der Perennibranchiaten erreichen den Schädel nicht und schwinden bei den übrigen gänzlich. Das Nervensystem schliesst sich in seinen Centralorganen noch sehr an das der Fische an, obschon das Vorderhirn etwas zunimt. Das kleine Gehirn ist überall sehr unbedeutend; *corpus callosum* und Fornix fehlen. Die peripherischen Nerven folgen im Allgemeinen dem Plane der Wirbel, werden jedoch durch die nun beginnende Muskelbildung etwas abgelenkt. Ein Seitennerv findet sich nur selten. Die Sinnesorgane fehlen nirgends. Überall durchbohrt der Nasengang den Gaumen. Das Muskelsystem der Kiemenlurche steht noch ganz auf der den Fischen eigenen Stufe der Segmentirung und der oberen und unteren Symmetrie der Seitenrumpfmuskeln. Bei den Luftathmern fällt deren Bauchtheil bis auf einzelne noch dahin gehörige Muskeln weg; die Myocommata sind nirgends als solche mehr nachzuweisen, da sie vollständig zur Bildung besonderer längerer Muskelbäuche u. s. w. verschmolzen sind. Seitenbauchmuskeln sind überall vorhanden. Ebenso der *transversus abdominis* und einzelne am oberen Theil der Bauchhöle sich findende Reste des primären Muskelschlauchs. Die Muskeln der Extremitäten schliessen sich an die vom Menschen her bekannten an.

Digitized by Google

Von den vegetativen Organen erinnern die Verdauungs- und Circulationsorgane der Perennibranchiaten noch am meisten an die der Fische, weichen jedoch auch bei den übrigen nur wenig ab. Die überall weite Mundhöle trägt an den Kiefern oder Vomer, an diesem und dem Gaumenbein, zuweilen selbst am Basisphenoid angewachsene Zähne und eine fleischige nur den Kröten fehlende Zunge. Der Oesophagus ist meist kurz, nur selten durch eine Einschnürung vom Magen abgesetzt. Der Darm entspricht dem der Fische, nur trägt er nie Pförtneranhänge und besitzt auch keine Spiralklappe. Dagegen kömt zuweilen eine Klappe zwischen Pylorus und Darm und ein Blinddarm am Beginne des Dickdarms vor. Wie den Fischen fehlen auch den Amphibien Speicheldrüsen. Dagegen haben dieselben Leber und Milz, ebenso Pancreas ziemlich constant. Das Gefässsystem der Amphibien weicht von dem der Fische durch die Scheidewand der Atrien ab, welche nur bei einigen Perennibranchiaten nicht vollständig ist. Die Vertheilung der Arterien gibt hier ein in entwickelten Thieren nachzuweisendes Bild von deren allmählicher Entwickelung bei höheren Wirbelthieren, indem die Kiemenbögen mit den Aortenbögen bei den einen existiren, bei anderen verkümmern und endlich ganz fehlen. Das Venensystem ist durch eine Nieren- und Leberpfortadercirculation ausgezeichnet, das System der hinteren Cardinalvenen daher sehr verkümmert. Ganz allgemein ist das Lymphgefässsystem sehr entwickelt; es besitzt zwei paar contractiler Hilfsorgane. In Bezug auf die dieser Classe so charakteristische Morphologie der Respirationsorgane sowie der Harn- und Geschlechtsorgane ist auf die früheren Abschnitte zu verweisen.

Es ist diese Classe, welche, wie wir oben sahen, so vieles an die Fische Erinnernde besitzt, dass man sogar in einzelnen Fällen zweifelhaft sein konte, ob ein Thier Fisch oder Reptil sei, doch so scharf von jenen geschieden, dass hier eben sowenig als anderswo Übergänge vorkommen. Lepidosiren hält man wol hier und da noch für ein Amphibium. Indess trägt kein Amphibium den Schultergürtel am Kopfe, stets den Beckengürtel am Kreuzwirbel, kein Amphibium hat Kiemenblättchenreihen an den Bögen, die Lepidosiren besitzt. Dass die Nasengänge in die Mundhöle öffnen, findet sich auch bei anderen Fischen; dass der Luftgang der Schwimmblase unten liegt, beweist auch nichts, da derselbe in allen Übergangsformen zu der ventralen Mündung bei wirklichen Fischen gefunden wird; dass die Schwimmblase venöses Blut erhält, steht auch nicht isoliert, indem die hinteren (Lungenarterie werdenden) Aortenbogenäste häufig ohne Bildung eines Kiemenbogens direct zur Schwimmblase treten. Äussere

Digitized by Google

Kiemenfäden hat Lepidosiren so wenig als andere Fische. Dass man ein Pancreas bei ihm findet, ist gleichfalls eben so gut für seine Fischnatur sprechend als gegen dieselbe. Kein Amphibium behält zeitlebens eine unverknöcherte Chorda, wie Lepidosiren. Dass dieses Thier Luft zu athmen vermag, steht ja auch nicht allein (Cobitis!). Endlich spricht auch die Hautbeschaffenheit, sowie die Bildung der Extremitäten für dessen Einordnung in die Classe der Fische.

§. 89.

Reptilien.

Trotz des geringen Athembedürfnisses dieser Thiere, welches sie mit den Amphibien der unvollständigen Trennung ihrer Blutbahnen wegen gemein haben, weichen dieselben doch bedeutend von jenen ab. Der Körper ist meist lang, selten in die Breite entwickelt (Chelonier). Der Stammtheil der Wirbelsäule überwiegt stets die Extremitäten. Meist ist Hals, Brust, Lenden, Beckengegend und Schwanz deutlich und auch morphologisch geschieden. Die Haut ist zwar auch von Epidermoidalanhängen bedeckt, doch ist die Cutis vorwiegend der Sitz der hier so verbreiteten Schuppen- und Schilderbildung. Die Hauptlocomotionsthätigkeit ist bei den meisten noch der Wirbelsäule selbst übergeben; überall stehen dieser die Extremitäten nach.

Das Skelet der Reptilien ist stets vollständig verknöchert. Von den Amphibien unterscheidet es sich durch schärfere Sonderung der einzelnen Gegenden, durch Entwickelung verknöcherter Pleurapophysen, durch Bildung eines aus mehreren Wirbeln bestehenden Kreuzbeins und durch den einfachen Gelenkkopf des Hinterhauptes, von den höheren Classen durch die geringe Verschiedenheit in der Beweglichkeit der einzelnen Wirbelgegenden, durch geringe Breitenentwickelung ihrer Beckenpleurapophyse und durch die Theilnahme der Neurapophysen des ersten Schädelwirbels an der Bildung des Schädeldachs. Ebenso fehlt die Clavicula oder ist vielmehr meist an ihrer ursprünglichen Stelle geblieben als Pleurapophyse des Atlas. Die Wirbelkörper sind sehr verschieden geformt, pro- und opisthocoelisch, auch platt oder mit sattelförmigen Enden, nie biconcav. Der obere Canal wird von Neurapophyse und Nervendorn gebildet, welche zuweilen durch Naht mit dem Körper verbunden werden. Die Neurapophysen sind meist durch doppelte Zygapophysen mit einander beweglich verbunden, zu denen bei vielen Ophidiern noch die eigenthümliche Verbindung mittelst Zygosphen und Zygantrum kömt. An ihnen treten ferner zuweilen Metapophysen und Anapophysen auf.

Digitized by Google

Die oberen Dornen der Rückenwirbel zeigen bei den Cheloniern eine eigenthümliche Entwickelung, indem sie hier sich verbreitern und plattenförmig an einander stossen, auf diese Weise den mittleren Theil des vom Skelet und Hautknochen gebildeten Rückenpanzers darstellend. Die Körper der zugehörigen Wirbel werden dadurch unbeweglich unter sich und mit den Beckenwirbeln verbunden, so dass hier nur Hals, Rumpf und Schwanz zu unterscheiden sind. An den Halswirbeln kommen häufig Hypapophysen vor; an den Schwanzwirbeln wird der untere Canal durch Haemapophysen häufig mit mittlerem Dorn geschlossen. Was die übrigen Elemente der unteren Bögen anlangt, so finden sich Pleurapophysen an den meisten Hals- und Brustwirbeln, bei Schlangen und Lacertilien meist an allen, während die Crocodilien einen oder zwei oder mehrere Lendenwirbel constant zeigen. Sie articuliren bei den Ophidiern und Cheloniern mit tuberkelähnlichen Parapophysen, welche hier stets exogene Fortsätze sind, bei Lacertilien an tuberkelähnliche, bei den Crocodilen an sehr verlängerte Diapophysen. Vermöge der eigenthümlichen Benutzung der Rippen als Locomotionswerkzeuge bei den Ophidiern sind dieselben nie durch Haemapophysen oder Sternum zum untern Schluss gebracht, während bei den übrigen Ordnungen eine wirkliche Brusthöle gebildet wird. Die Brusthaemapophysen verknöchern häufig, und solche finden sich bei den Crocodilen auch an den hinteren Rücken- und Lendenwirbeln (Bauchrippen), ohne mit den Pleurapophysen in Verbindung zu stehen. Bei den Cheloniern sind Pleur-, Haemapophysen und Sternum alle verbreitert und meist durch Dazwischentreten von Hautknochen mit einander unbeweglich zur Schale verbunden. Das Becken, welches den Ophidiern bis auf rudimentäre Darmbeinstummel fehlt, ist bei den andern aus den erwähnten drei Knochen zusammengesetzt, zu denen bei den Lacertilien häufig ein unpaares Schlussstück (unterer Dorn) tritt. Divergirende Anhänge finden sich ausser am Kopfe und Becken bei den Crocodilen an den Brustwirbeln, hier die knorpeligen *processus uncinati* darstellend. Bei den Reptilien tritt auch zum ersten Mal die Bildung eines Atlas und Epistropheus auf. Der Körper des ersten Wirbels ist als Dens in der Regel mit dem zweiten verwachsen (bei den Cheloniern durch Naht getrennt). Ihn umfassen die nach unten verlängerten Neurapophysen oder eine hier autogen auftretende Hypapophyse. Der Schädel zeichnet sich durch überwiegende Entwickelung der peripherischen und appendiculären Wirbelelemente aus, während die Körper zurückstehen. Die Zahl der ihn zusammensetzenden Knochen ist grösser als bei den Amphibien, geringer als bei den Vögeln, mit welchen sie den einfachen Gelenkkopf

des Hinterhaupts gemein haben. — Das Muskelsystem ist nirgends mehr in Myocommata zerfallen. Überall fehlt die Bauchhälfte der Seitenrumpfmuskeln bis auf Rudimente. Seitenbauchmuskeln fehlen nur den Cheloniern. Vom primären Hautmuskelschlauch findet sich nicht bloss der *transversus abdominis*, sondern häufig noch Peritonealmuskeln und bei Cheloniern ein rudimentäres Diaphragma, welches hier zwischen Leber und Herz eindringt. Überall überwiegen die Rumpfmuskeln die der Extremitäten. — Das Centralnervensystem zeigt eine stärkere Entwickelung des kleinen Gehirns, das bei Cheloniern und Crocodilen schon einige Furchen besitzt, und der Hemisphären, welche jedoch noch nicht zur Bildung des *corpus callosum* sich erhoben haben; ebenso fehlt auch hier noch der Fornix. Das peripherische und Eingeweidenervensystem zeigen wenig hervorstechend Eigenthümliches. Überall ist hier der Facialis ein selbständiger Nerv. Mit Bezug auf die Sinnesorgane verweise ich auf das Frühere; zu erwähnen ist, dass hier die Bildung der Nasenmuschel beginnt.

Was die vegetativen Organe betrift, so trägt der Mund an- oder eingewachsene Zähne, welche nur den Cheloniern und der Gattung *Anodon* (*Coluber laevis*) fehlt. Bei letzterer durchbohren mit Schmelz überzogene Hypapophysen von hinten den Oesophagus. Die noch weite Mundhöle führt durch eine leichte Einschnürung in den Oesophagus, welcher bei den Ophidiern kaum vom Magen abgesetzt ist. Der übrige Darm sowie die Anhangsdrüsen schliessen sich eng an die Verhältnisse bei den Amphibien an. — Das Herz hat überall zwei vollständig getrennte Atrien; der Ventrikel ist gleichfalls getheilt, jedoch noch unvollständig. Nur bei den Crocodilen ist die Kammerscheidewand ganz, dagegen communiciren hier die Aorta und Lungenarterie (d. h. rechter und linker Aortenstamm). Lungenarterie und Aorta entspringen daher meist aus der rechten Kammer, in welche das Blut aus der linken geleitet wird. Die Aortenbögen sind drei, zwei, bis endlich bei den Cheloniern nur einer übrig bleibt, dessen beide Wurzeln sich am Rücken vereinen und vorn die Kopf- und Armgefässe abgeben. Die Vertheilung der Gefässe entspricht der der Amphibien. Wie bei diesen ist das Lymphgefässsystem sehr beträchtlich, zuweilen mit accessorischen Herzen. Respirationsorgane sind überall zellige Lungen. Zwischen sie und Schlundhöle tritt hier constant das Knorpelgerüst der Stimmlade und Bronchien. Die Harnorgane münden mit ihren Ureteren in die Cloake, an welcher bei Sauriern und Cheloniern vorn sich eine Harnblase findet. Die Genitalorgane münden gleichfalls in die Cloake an deren hinterer Wand. Begattungsorgane,

Digitized by Google

deren morphologische Verschiedenheiten bereits p. 171 besprochen wurden, fehlen nie, während sie den Amphibien nicht zukommen.

Es geht aus der Betrachtung dieser und der vorigen Classe hinreichend hervor, dass hier zwei verschiedene Bildungspläne zu Grunde liegen, von denen der erste nicht passender als durch den der „Amphibien“ bezeichnet werden kann, da Alles auf deren amphibiotische Natur weist, während der Name Reptilien ebenso treffend auf die eben besprochene Classe passt.

§. 90.

Vögel.

Schärfer als irgend eine Classe des Thierreichs ist die der Vögel charakterisiert. Der Körper ist mit Federn bedeckt, die Vorderextremitäten sind Flügel, die hinteren Stützen, welche den Rumpf stets über der Erde tragen. Der Hals ist meist lang; der Rumpftheil ein mehr oder weniger verschmolzener Abschnitt des Körpers, der Schwanz rudimentär. Die Hauptbewegung ist daher hier von dem Stammtheil auf die Extremitäten übergegangen, und mit der Eigenthümlichkeit derselben hängen die meisten organologischen Einrichtungen zusammen.

Das Skelet, dessen Stammtheil in Form und Gelenkverbindung der einzelnen Wirbel sehr an das der Reptilien erinnert, trägt den hauptsächlichsten Classencharakter in den zu Flugwerkzeugen verwandelten Vorderextremitäten. Mit dieser Bewegungsweise hängt ferner der auffallende Unterschied in der Beweglichkeit der einzelnen Wirbelgegenden zusammen. Man unterscheidet einen sehr frei beweglichen meist wirbelreichen Hals, einen Brust-, Lenden- und Beckentheil, von denen die Lendenwirbel durch die enorme Entwickelung der peripherischen Beckenpleurapophyse ihre Selbständigkeit verloren haben und welche alle drei ein mehr oder weniger unbewegliches Ganzes ausmachen, und einen kurzen, zuweilen eigenthümlich geformten Schwanz. Die beweglich verbundenen Halswirbel sind nicht durch Knorpelscheiben, sondern durch Kapselligamente articuliert. Die Gelenkenden sind sattelförmig, nur beim Penguin ist die letzte Hälfte des Rückentheils bis zum Kreuzbein opisthocoelisch. Die Zahl der Halswirbel ist meist bedeutend, nie unter 9 (die wenigstens bei den Insessores), zuweilen bis 24 (Schwan). Die Stellung ihrer Gelenkflächen bedingt die S-förmige Krümmung des Halses. Der Körper des Atlas bildet den Zahnfortsatz, ein Dorn fehlt ihm, sowie den meisten mittlern Halswirbeln. Sämtliche Halswirbel, mit Ausnahme des Atlas, haben Pleurapophysen, die bald mit den Seiten der Körper

(Parapophysen) und der Diapophyse verwachsen und nur unten frei bleiben. An den vorderen und hinteren finden sich meist Hypapophysen. Die Rückenwirbel sind wenige, ihr Körper verkürzt und seitlich comprimiert; ihre Neurapophysen, Dornen, Dia- und Hypapophysen stossen meist zusammen und verschmelzen dann häufig zur Bildung knöcherner Leisten. Selbst ihre Körper anchylosiren zuweilen. Die Pleurapophysen articuliren mit Körper und Diapophyse; sie sind an's Sternum durch verknöcherte Haemapophysen oder wie die zwei vorderen durch Bänder befestigt. Die letzten erreichen dasselbe nicht und werden meist vom Darmbein bedeckt und befestigt. Das Sternum ist meist verbreitert mit hohen Leisten, die nur den Cursores fehlt. Divergirende Anhänge finden sich als *processus uncinati*. Das Kreuzbein besteht stets aus mehreren Wirbeln (selten unter 10, Casuar 19). Zur Erklärung des Beckens muss an dasjenige der Reptilien erinnert werden. Der überall einfache Beckenwirbel trägt eine in ein centrales und peripherisches Stück zerfallende Pleurapophyse, welches letztere unten die Haemapophyse, *os ischium*, erhält. Bei den Vögeln verbreitet sich dieser peripherische Theil der einen Pleurapophyse so über die vorhergehenden und folgenden Wirbel, dass deren Diapophysen und Pleurapophysen sich gegen seine innere Fläche anlehnen und häufig mit ihr anchylosiren. Die Dornen der Sacralwirbel sind meist in eine Längsleiste verschmolzen und verbreitert, so dass sie an die Darmbeine stossen. Das Sitzbein legt sich nach hinten an das Darmbein und bildet durch eine hinten erfolgende Verschmelzung ein Hüftbeinloch, welches nur beim Strauss ein Einschnitt bleibt. Das Schambein, auch hier dem zunächst vorhergehenden Wirbel gehörig, legt sich gleichfalls nach hinten an das Sitzbein an, bildet das *foramen obturatorium*, bleibt jedoch beim Strauss gleichfalls frei. Das Becken ist daher offen, nur beim Strauss durch einen unpaaren Knorpel geschlossen. Die Schwanzwirbel articuliren meist nur durch ihre Körper. Von Fortsätzen sind der Dorn, Diapophysen, zuweilen Hypapophysen entwickelt. Der letzte ist zuweilen eigenthümlich gestaltet. Der Schultergürtel besteht aus Scapula (Pleurapophyse), Coracoid (Haemapophyse) und der Clavicula (Pleurapophyse des Atlas), welche mit der der anderen Seite verschmelzend die Furcula bildet. Der Bogen ist meist durch ein Episternum, welches sich vorn an das Sternum legt, geschlossen. Die Extremitätenknochen sind verlängert, leicht jedoch auf die typische Zusammensetzung zurückzuführen. Die Hinterextremitäten bestehen aus den analogen Stücken, dem Femur, der den Unterschenkel allein bildenden Tibia. Der Tarsus verschmilzt schon früh mit dem Metatarsus; die Zahl der

Digitized by Google

Zehen ist gewöhnlich vier. Der Schädel zeichnet sich vor dem der Reptilien durch geringe Zahl der einzelnen Elemente aus, durch deren zeitiges Verschmelzen und durch die schnabelförmige Verlängerung des Nasenwirbels. Der Unterkiefer ist, wie bei jenen, durch ein Quadratbein verbunden. Mit den Reptilien hat auch der Schädel den einfachen Hinterhauptgelenkknopf gemein. Auch bei ihnen treten die Neurapophysen des Nasenwirbels am Schädeldache zu Tage, was jedoch hier durch die Schnabelbildung erklärt wird. Die divergirenden Anhänge desselben Wirbels bedingen eine bewegliche Verbindung des Oberschnabels. Das Muskelsystem ist durch die Entwickelung der Extremitätenmuskeln charakterisiert, welche stets die Rumpfmuskeln bedeutend überwiegen. Den Seitenrumpfmuskeln fehlt auch hier der Bauchtheil fast ganz. Die Bauchmuskeln sind vorhanden, jedoch sehr schwach; das Diaphragma steht fast noch auf der Stufe wie bei den Reptilien, indem es noch keine vollständige Trennung der Brust- und Bauchhöle bewirkt. — Das Gehirn besitzt ein beträchtlich entwickeltes Kleinhirn; die Hemisphären bedecken schon den dritten Ventrikel, *corpus callosum* und *fornix* fehlt jedoch. Das peripherische Nervensystem zeigt wenig allgemein Eigenthümliches, was nicht eng mit der Locomotionsweise zusammenhienge. Sinnesorgane sind vollständig und in der den Reptilien schon eigenen Weise entwickelt. Dem Ohre fehlt der Ambos.

Die Verdauungsorgane zeichnen sich schon am Beginn durch den Mangel der Zähne aus, wogegen die Kiefer mit Hornscheiden umgeben sind. Der Oesophagus, durch die Länge des Halses sehr verlängert, besitzt häufig einen Kropf. Der Magen ist stets in Drüsen- und Muskelmagen getrennt. Zwischen Dünn- und Dickdarm finden sich meist zwei Blinddärme. Leber, Pancreas und Milz sind überall vorhanden, ebenso Speicheldrüsen. Der After mündet in die Cloake. Das Herz ist vollständig in allen seinen Theilen in rechte und linke Hälfte geschieden. Von Aortenbögen bleibt nur einer übrig, welcher nach vorn die Kopf- und Armarterien[1]), hinten die *aorta descendens* abgibt. Vom Venensystem gehen auch hier die hinteren Cardinalvenen in der Nierenpfortadercirculation verloren. Ausgezeichnet sind sämtliche Vögel noch durch das Bestehenbleiben der

1) Ich kann hier nur wiederholen, dass zur Bestimmung der einzelnen Arterien zwar unter Berücksichtigung ihres ursprünglichen Verhaltens zu den Aortenbögen, doch nur ihre topographischen Verhältnisse benutzt werden dürfen. Im Ausschnitt der Halshypapophysen liegende Arterien sind daher der *Arteria subvertebralis impar* zu vergleichen, während die Carotiden stets ihre laterale Stelle einnehmen und bei Vögeln häufig verkümmern.

Digitized by Google

linken vordern Hohlvene, so dass sich hier, wie bei den Reptilien, zwei vordere finden. An den Respirationsorganen erlangen die Tracheen und Kehlkopf eine besondere Entwickelung. Nur den Vögeln eigen ist die Bildung eines untern Kehlkopfs. Die Harn- und Geschlechtsorgane entsprechen wesentlich denen der Reptilien, auch in Bezug auf ihre Ausmündung in die Cloake. Charakteristisch ist das constante Verkümmern des rechten Ovarium, sowie das Fehlen eines Nebenhoden, indem der Samenleiter nur leicht geschlängelt nach der Cloake geht, um dort neben den Uretern zu münden. Eine Harnblase fehlt. Begattungsorgane mit erectilem Gewebe, welche aber nie durchbohrt sind, liegen auch hier an der vordern Cloakenwand.

Trotz der grossen Formverschiedenheit dieser Classe ist die Variabilität des Typus doch ziemlich beschränkt, indem mit Aufrechthaltung der eigenthümlichen Bewegungsweise die übrigen morphologischen Verhältnisse mehr oder weniger innig zusammenhängen.

§. 91.

Säugethiere.

Wie die übrigen Wirbelthierclassen, so sind die Säugethiere durch ihre Bewegungsweise ziemlich scharf charakterisiert, indem nur wenig Formen auftreten, deren Stammtheil ausschliesslicher Locomotor wäre. Die Extremitäten tragen den Körper über dem Erdboden erhaben. Die Wirbelsäule bildet eine Horizontallinie, welche nur vorn durch die Schädelbeuge eine veränderte Richtung erhält. Die einzelnen Gegenden derselben sind überall (mit Ausnahme des Beckentheils) auch äusserlich erkennbar. Die Haut ist stets mit Haaren, selten mit Knochenschildern, die die Haare dann fast ganz verdrängen, bedeckt.

Wie überall, spricht sich auch im Skelet, und zwar in allen Einzelnheiten desselben, der Classentypus sehr scharf aus. Die Wirbelsäule zerfällt constant in Schädel, Hals, Rücken, Lende, Kreuzbein und Schwanz, welche Theile alle beweglich unter einander verbunden sind. Durch die grössere specifische Accomodation derselben sind sie schärfer von einander geschieden als irgend wo anders. Der Schwanz hat hier allen Antheil an Locomotion verloren; selten ist er Stütz- oder Greiforgan. Die Wirbel sind alle mit flachem ebenem Ende mit Dazwischentreten einer concentrisch faserigen Intervertebralsubstanz an einander gereiht. Die Zahl der Halswirbel ist constant 7 (nur bei Bradypus 8 und 9, und bei Manatus 6). Bei sehr verlängertem Halse werden die Wirbel opisthocoelisch, erhalten aber

Digitized by Google

nie Synovialkapseln. Die Fortsätze verwachsen alle ziemlich früh mit den Körpern, welche einzeln zuweilen bei Nagern und den Brutis, alle bis auf Atlas und die letzten bei den Cetaceen verwachsen. Der Dorn fehlt zuweilen bei den mittleren. Die meisten Halswirbel haben Zygapophysen, Diapophysen und Parapophysen. An letztere beiden treten die Halsrippen, mit ihnen anchylosirend; sie fehlt dem Atlas, hat sich vielmehr dem Schultergürtel angeschlossen. Häufig finden sich auch Hypapophysen. Der Atlas hat in den Wurzeln der Neurapophyse zwei Gelenkhölen für den doppelten Condylus des Hinterhaupts. Sie werden unten durch eine zuweilen rudimentär oder knorpelig bleibende Hypapophyse mit einander verbunden, während der Körper mit dem des Epistropheus als dessen Dens anchylosiert und nur den ächten Cetaceen fehlt. Seine Querfortsätze entsprechen den Parapophysen, welche bei dem Getrenntsein des Körpers nahe an einander rücken. Die Zahl der Rückenwirbel variiert schon bedeutend (10 — 24). Ihr Dorn ist stets der höchste. Die Zygapophysen erleiden eine Verschiebung, indem sie vorn den Diapophysen nahe stehen, nach hinten aber an die Wurzeln der Dorne reichen. Häufig entwickeln die Neurapophysen noch accessorische Fortsätze, die Met- und Anapophysen. Die Diapophysen werden von vorn nach hinten länger. Hypapophysen finden sich zuweilen noch an den ersten. Die Pleurapophysen articuliren entweder mit dem Körper (durch eine tuberkelartige Parapophyse) und Diapophyse, oder nur mit dem Körper (Monotremen) oder (nach Art der Saurier) mit den Diapophysen aller (Cetaceen); die Haemapophysen bleiben meist knorpelig; sie zerfallen selten in zwei Stücke und erreichen die vorderen meist das Sternum, welches platt ist und aus mehreren den Rippen der Zahl nach entsprechenden Stücken besteht. Die Lendenwirbel sind im Allgemeinen zahlreicher, meist 5 — 7, doch finden sich auch 2 (*Myrmecophaga didactyla*) und 9 (*Stenops gracilis*). Ihre Verbindung wird zuweilen durch Verwachsung der verbreiterten Diapophysen noch inniger. Diese tragen zuweilen an ihrer Spitze anchylosirende Pleurapophysen. Ihre Dornen sind, wie die der letzten Rückenwirbel, häufig nach vorn gerichtet, was lediglich mit der Länge des Schwanzes im Verhältnis steht. Die accessorischen Muskelfortsätze, welche besonders bei den Lendenschwanzwirbeln der Cetaceen schon stark entwickelt sind, erlangen bei einigen Brutis eine eigenthümliche Entwickelung, indem zwischen Diapophyse und Metapophyse noch ein accessorisches Gelenk auftritt, was seiner Bildung nach an den Zygosphen der Ophidier erinnert. Das Kreuzbein besteht meist aus 3—4, selten 2 oder bis 9 Wirbeln. Letzteres findet sich bei einigen

Brutis, wo sich das Darmbein, wie bei den Vögeln, sehr verbreitert. Sie anchylosiren überall (mit Ausnahme des Ornithorhynchus); die Dornen bilden meist einen verticalen Kamm. Die Pleurapophyse des zweiten Sacralwirbels besteht auch hier aus zwei Theilen, von denen der centrische den Flügel des Kreuzbeins bilden hilft, während der peripherische das Darmbein darstellt. Seine Haemapophyse ist das Sitzbein, Haemapophyse des ersten ist das Schambein. Das so gebildete Becken ist stets geschlossen, bei Marsupialien zuweilen durch ein unpaares, dem untern Dorn vergleichbares Knochenstück. Den Cetaceen fehlt die Beckenpleurapophyse, nur rudimentäre Haemapophysen finden sich in der Bauchmuskelmasse. An den Schwanzwirbeln, deren unterer Canal bei verlängertem Schwanze häufig durch V-förmige Haemapophysen geschlossen wird, verkümmern nach und nach die apophysischen Theile, wobei die Diapophysen niedrig werden und sich in vordere und hintere Höcker spalten. Der Schultergürtel ist dadurch vor allen anderen Formen charakterisiert, dass das Coracoid nur bei den Monotremen ein getrennter, hier sogar in zwei Elemente (Coracoid und Epicoracoid) zerfallender Knochen, bei allen anderen nur ein Fortsatz der Scapula ist. Überall ist die Clavicula der unbeständigste Theil, welcher bald frei in den Muskeln hängt, bald nur mit dem Sternum, bald nur mit der Scapula zusammenhängt. Zuweilen findet sich auch hier ein Episternum als unterer, zuweilen selbst paariger Dorn des Schulterbogens. Die Extremitäten entsprechen einander genau und stehen symmetrisch, d. h. die Ellnbogenbeuge ist nach hinten, das Knie nach vorn gerichtet. Die Fingerzahl ist fünf, beim Schwinden einzelner fällt erst Daumen, dann der fünfte u. s. f. weg. Der Schädel hat noch weniger Knochen als der der Vögel. Ohne auf dessen specielle Morphologie einzugehen, ist zu bemerken, dass er sich von denen der anderen Classen durch Schwinden des Aufhängeapparates für den Unterkiefer (*tympanicum* [*os quadratum*] wird Ambos) und dadurch auszeichnet, dass ein Theil des divergirenden Anhangs des Nasenwirbels, das Squamosum, an der Bildung der Schädelhöle sich betheiligt. — Der Bauchtheil der Seitenrumpfmuskelmasse ist nur am Schwanze dem Rückentheil entsprechend erhalten; er ist bei den Cetaceen sehr mächtig und setzt sich als *quadratus lumborum* in die Bauchhöle fort. Bauchmuskeln sind überall vollständig; das Diaphragma trennt die Bauchhöle ganz von der Brusthöle. — Das Centralnervensystem zeichnet sich durch bedeutende Entwickelung des Kleinhirns, unter allmählicher Zunahme seiner Seitentheile aus. Unter demselben tritt an der Verbindung des Gehirns und Rückenmarks die Brücke auf. Die dritte

Digitized by Google

Hirnhöle ist durch den Fornix überwölbt. Die Hemisphären bedecken die ganze vordere Hirnmasse und haben an ihren unteren Commissuren das nur den Marsupialien fehlende *corpus callosum*. Die Nase enthält sehr entwickelte Muscheln. Im Ohr tritt der Ambos zu dem mittlern Gehörorgan. Die Zunge ist deutlich Geschmacksorgan. Das Eingeweidenervensystem ist selbständiger als bei anderen Classen, doch mit allen Spinalnerven zusammenhängend.

Was die Entwickelung der vegetativen Organe betrift, so haben die meisten Säugethiere Zähne, welche hier auf Unter-, Ober- und Zwischenkiefer beschränkt sind. Ihre Zahl ist bei den Marsupialien inconstant, zuweilen sehr bedeutend; bei allen übrigen fixiert, zwar nicht überall vollständig auftretend, jedoch stets als Beziehungsgrund wesentlich. Am Darmcanale ist besonders der Magen den grössten Schwankungen unterworfen, indem die Trennung zwischen Cardia- und Pylorustheil zuweilen bis zur Bildung mehrerer getrennter Magen führt, besonders bei Pflanzenfressern. Bei diesen ist auch der Darm am längsten. Am Übergange aus Dünn- in Dickdarm findet sich meist ein verschieden langer Blinddarm. Die Afteröffnung ist, mit Ausnahme der Marsupialia und Bruta, überall von der Urogenitalöffnung getrennt, bei diesen in einem kurzen cloakenähnlichen Atrium. Das Herz ist überall vollständig getrennt. Die Vertheilung der Arterien im Allgemeinen folgt der besprochenen Anordnung mit untergeordneter, von besonderen Lebensverhältnissen theilweise bedingter Modification. Am Venensystem hat sich nur bei allen Marsupialien und einigen Nagern die obere linke Cardinalvene erhalten, welche bei allen übrigen schwindet, höchstens als Hemiazygos übrig bleibt. Das Lymphgefässsystem ist wie das der Vögel in seiner Entwickelung zurückgetreten, besitzt dagegen hier zahlreiche Drüsen. Die Harnorgane sind auch hier, in der oben angeführten Weise, mit den Geschlechtsorganen in Zusammenhang. Die Hoden liegen entweder noch ganz in der Bauchhöle, oder steigen nur während der Brunst in das Scrotum, oder finden sich fortwährend an dieser Stelle. Bei den Monotremen verkümmert der rechte Eierstock. Die Mündung der betreffenden Organe entspricht bei den letzteren der der Vögel, nur findet sich hier noch eine Harnblase, welcher die Mündung der Ureteren nahe rücken. Das Begattungsglied ist bei ihnen gleichfalls noch undurchbohrt, während es bei den Männchen aller übrigen die Urethra als Fortsetzung des Urogenitalcanals erhält.

Die Implacentalien stellen sich hiernach als eine von den übrigen Säugethieren sehr verschiedene Abtheilung heraus. Der Mangel des *corpus callosum*, die Constanz der oberen Hohlvenen, die jedem

typischen Verhältnis ausweichende Zahl der Zähne, die charakteristische Form des Unterkiefers, die Rudimente der Cloake trennen sie, unter gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Entwickelung, von den übrigen wenigstens als Parallelclasse.

Je höher im Allgemeinen ein Typus steht, je grösser die ursprüngliche Complexität desselben, desto mehr werden die ihm eigenen Modificationen auf speciellere Verhältnisse sich beziehen. Es konte daher bei der eben gegebenen Übersicht der typischen Bildung der einzelnen Wirbelthierclassen nur eine skizzenartige Behandlung am Orte sein, sollte nicht eine specielle Morphologie derselben gegeben werden. Für weitere Begründung der angegebenen Verhältnisse muss auf *Owen's* und *Joh. Müller's* Arbeiten verwiesen werden, welche hier den Weg bahnten.

Digitized by Google

VIERTES BUCH.

Allgemeine Bildungsgesetze der Thiere.

Digitized by Google

Neunzehntes Capitel.

Möglichkeit allgemeiner Bildungsgesetze.

§. 92.

Nach den in der Einleitung erörterten Grundsätzen konte die Morphologie nicht bei Untersuchung der Bildungsgesetze einzelner Thiere oder einzelner Classen stehen bleiben, sondern durfte die allgemeinsten Verhältnisse nicht unberührt lassen, falls sie ein in sich abgeschlossenes wissenschaftliches Gebäude darstellen sollte. Wenn ich jetzt die Frage nach der Bestimmbarkeit allgemeiner Bildungsgesetze anrege, so ist zu bemerken, dass dieselbe nicht durch jene Ansichten allein ihre directe Beantwortung fand, insofern ein Überblick über den Formenreichthum der Thierwelt hierzu neue Anhaltepunkte eröffnet hat. Es frägt sich daher zunächst, ob derselbe uns zur Erörterung solcher gesetzlichen Verhältnisse berechtigt und welchen Werth das Aufstellen derselben für uns hat.

In Bezug auf die erste Frage, nach der Bestimmbarkeit allgemeiner Gesetze, so ist eine Erinnerung an die früher gegebene Vergleichung der allmählichen Complication der Thiere mit einer Entwickelungsreihe wol hinreichend, die hierbei zu berücksichtigenden Punkte hervortreten zu lassen. Die Untersuchungen über Entwickelung waren nur für den ersten Blick von morphologischen verschieden, als die verschiedenen Behaftungen des gemeinsamen Allgemeinen dort an einem gleichbleibenden materiellen Substrate vorgenommen wurden, aus dessen verschiedenen Zuständen wir nicht bloss das jedem derselben Eigenthümliche hervorzuheben hatten, sondern auch die allgemeine Zahl der innerhalb einer solchen Reihe auftretenden Organe, deren gegenseitiges Lagerungsverhältnis und deren allmähliche Differenzirung. Ganz denselben Weg hatten wir bei Behandlung der einzelnen Typen zu durchlaufen, indem hier nicht bloss das den einzelnen Repräsentanten derselben Eigenthümliche,

Digitized by Google

sondern besonders das denselben Allgemeine in Bezug auf organologische Differenzirung und topographische Anordnung seiner Theile zu untersuchen und der Constanz nach festzustellen war. Wie jedoch schon bei Besprechung dieser Typen eine Hinweisung auf den morphologischen Zusammenhang derselben nicht vermieden werden konte, so zeigte die Betrachtung derselben eine solche allgemeine Constanz in gewissen Verhältnissen, dass wir Anregung genug erhielten, derselben genauer nachzugehen. Es ist jedoch hierbei vor allem wieder daran zu erinnern, dass wir bei Erörterung solcher allgemeinen Gesetzlichkeiten uns wol Mühe geben müssen, in den Gränzen dieser selbst zu bleiben, d. h. nicht etwa unsere Induction durch Einmischung der hypothetisch benutzten Schemata auf eine gleichfalls hypothetische Urform abgleiten zu lassen. Dergleichen Urformen hat die Natur nicht geschaffen; es existiren vielmehr, und dies ist viel erhebender als die Vorstellung irgend welcher schematisch vollendeter Urgestalten, lauter reale Formen, welche trotz der zahllosesten Variationen alle ohne Ausnahme von den ältesten geologischen Epochen bis zu der Jetztzeit unabänderlich festen und gleichen Typen gefolgt sind, welche als solche nicht bestehen, sondern nur in specifischen Behaftungen auftreten. Gerade die Consequenz in der Benutzung dieser allgemeinen Baupläne führt aber von selbst auf einen noch allgemeinern, diesen zu Grunde liegenden. Wie aber diese Typen eben keine, sie vollständig ohne Beimischung specifischer Abweichungen darstellende Formen einschlossen, so dürfen wir auch nicht eine Form aufsuchen wollen, welche jenen allgemeinsten Bauplan uns in seiner reinsten Gestalt vorführte. Er schliesst einmal allmähliche Veränderungen ein; aber selbst wenn wir seine gleichartige Grundform als feststehend betrachten wollten, dürften wir nicht auf eine bestimmte, so oder so construierte Form deuten, sondern nur auf eine unbestimmte constante x, welche erst durch den Inhalt und die Form ihrer Functionen φ ihre eigene Form und Bedeutung erhält. Jene unbestimmte constante x, mag dieselbe als sphenoid oder ooid oder dergl. genommen werden, ist ein inhaltsleerer Begrif und passt für jede Form, indem erst die eigenthümlichen Behaftungen desselben sie als thierisch u. s. w. darstellen.

Bei der im ersten Buche gegebenen Übersicht der möglicherweise auftretenden Complicationen thierischen Baues wurde hervorgehoben, dass dieselbe sich an functionelle Verhältnisse anlehnen müsse. Nachdem wir jetzt gesehen haben, was die Natur an Formenproduction geleistet hat, werden wir darauf zurückkommen müs-

Digitized by Google

sen, dass die Form nur begleitende Erscheinung einer gewissen Thätigkeit ist. Die allgemeinen Bildungsgesetze werden sich daher ausser der allgemeinen Form und dem topographischen Lagerungsverhältnis vornehmlich an die besonderen Functionen dienenden Organgruppen halten müssen. Es ist dabei nicht zu befürchten, dass eine Wiederholung des dort Gesagten einträte, indem wir dort von der Function ausgiengen, hier von der Form, die Function nur als Leiterin benutzend.

§. 93.

Bevor wir nun aber an eine kurze Darstellung der sich nach den jetzigen Untersuchungen ergebenden allgemeinen Bildungsgesetze gehen, ist es wol nicht überflüssig zu fragen, ob wir dadurch etwas gewinnen, ob dieselben wirklich einigen Werth haben. Als Resultat einer wissenschaftlichen Untersuchung und Beleuchtung einer Classe von Körpern, deren Gesamteigenthümlichkeiten noch lange der ernste Gegenstand unserer Arbeiten sein werden, versteht sich dies wol von selbst. Indessen sind gerade solche allgemeine Verhältnisse in Bezug auf ihre wissenschaftliche Tragweite sehr angezweifelt worden. Ohne nun hier den etwaigen Werth dieser Organisationsgesetze in Bezug auf allgemein physiologische Fragen zu berühren, welcher Gegenstand mir hier ferner liegt, glaube ich darauf aufmerksam machen zu müssen, dass die specielleren morphologischen Gesetze erst durch die allgemeineren ihre wahre Bedeutung erhalten, indem das in ersteren explicite Gegebene hier *in nuce* hervortritt, so dass zur Verständigung über Einzelheiten, wie überall, so auch hier eine Appellation an das Allgemeine zweckdienlich und nöthig ist. Dies würde aber wieder nichts helfen, wenn die Allgemeinheiten zu einer leeren Abstraction getrieben würden; die Allgemeinheiten müssen wirklich nachzuweisen sein und nicht über die Grenzen der Natur hinausgehen. Vor allem wird eine Eruirung der allgemeinen Gesetze thierischer Bildung ihren Einfluss ausüben auf die relative Stellung der einzelnen Classen untereinander, und wie natürlich die Systematik, je grösser die eingetheilten Gruppen werden, zu immer allgemeineren Eintheilungsgründen greifen muss, so wird gerade für die Systematik des Thierreichs ein Überblick über dessen allgemeinste Formenverhältnisse von grossem Werthe sein. Für beide Zweige der Zoologie gilt hier dasselbe Verhältnis wie bei der Entwickelungsgeschichte. Wie im Embryo das allgemein Typische zuerst sichtbar wurde und gerade hierdurch die Embryologie im Wesentlichen Erleichterungsmittel für morphologische und systematische Bestimmun-

gen war, so bieten uns die allgemeinsten Formengesetze die ersten Hauptzüge dar, die Contouren eines Bildes, welches durch die von den Classentypen gegebenen Nuancirungen seine Ausführung erhält.

Versuche, dergleichen Organisationsgesetze zu bestimmen, sind zwar schon einige Male gemacht worden; sie leiden aber meiner Ansicht nach alle an dem Hauptfehler, dass sie zu viel Hypothetisches und Ideelles aufgenommen haben. Auch in Bezug auf die Bestimmung des Gesetzes muss hier an der in der Einleitung gegebenen Begrifsbestimmung festgehalten werden, besonders da wir hier keine direct eingreifende bildende Thätigkeit, sondern nur abstractere Formen derselben vor uns haben, welche selbst nur durch ihre Constanz uns als solche erkennbar wurden.

Zwanzigstes Capitel.

Über die Reihenfolge der einzelnen Typen.

§. 94.

In den vorhergehenden Büchern wurden die einzelnen Classen überall in einer bestimmten Reihenfolge besprochen, von welcher nur in solchen untergeordneten Fällen abgewichen wurde, wo die Ausbildung eines Organs oder einer Gruppe derselben gewissermassen übergreifend die analoge Ausbildung in einer fernern Classe zur Vergleichung herbeirief. Es wurde auch schon an einzelnen Stellen darauf hingewiesen, dass diese Ordnung absichtlich eingehalten wurde. Die Gründe hierfür konten jedoch nicht eher gegeben werden als hier, wo die Betrachtung der allgemeineren Organisationsverhältnisse sehr natürlich an einen Rückblick über die Typen der einzelnen Thierkreise anknüpft. Ohne nun dem in den nächsten Paragraphen Mitzutheilenden vorzugreifen, will ich hier eine gedrängte Übersicht über die Reihenfolge und den naturgemässen Zusammenhang der Classentypen geben. Eine einreihige Anordnung des ganzen Thierreichs erwies sich aus vielen Gründen als unhaltbar; es müssen daher sämtliche Thierformen so gruppiert werden, dass, unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Anfangs- und Endgliedes der Thierreihe und der Morphologie der Zwischenformen, der morphologischen Verwandtschaft aller möglichst Rechnung getragen wird. Es ergibt sich nun aus allem Vorhergehenden folgende Anordnung der einzelnen Classen als die morphologisch haltbarste.

Digitized by Google

	Protozoen	
	Coelenteraten	
Echinodermen	Bryozoen, Tunicaten	**Mollusken**
Würmer	Acephalen, Cephalophoren	
Arthropoden	Cephalopoden	
	Vertebraten.	

An die Protozoen, welche keinerlei organologische Differenzirung erkennen liessen, schliessen sich als mit einem einfach zur Bildung einer verdauenden Leibeshöle ausgehöhlten Körper versehen die Coelenteraten, an diese die einen besondern von der Leibeswand getrennten Darm besitzenden Thiere. Diese letzteren stellen nun zwei parallele Reihen dar, in deren einer die seitliche Symmetrie das bestimmende Moment des ganzen Typus ist, während in der andern die functionelle Sonderung der Organgruppen maasgebend war. In beiden Gruppen finden sich Formen, welche die strahlige Anordnung in die mit freierer Selbstbestimmung morphologisch zusammenhängende seitlich-symmetrische Bildung überführten, die Echinodermen einerseits, die Bryozoen andererseits. Diesen folgen zunächst Thiere, welche das der betreffenden Reihe vorwiegend Eigenthümliche zur grössten Ausbildung gelangen lassen, die Würmer als ich möchte sagen *κατ' ἐξοχην* seitlich symmetrische Thiere, und die Acephalen und Cephalophoren als diejenigen mit gleicher Ausbildungsstufe der schon bei den Tunicaten angedeuteten Organgruppen. Endglieder der beiden Reihen sind einerseits die Arthropoden mit einem segmentierten Körper, dessen vegetative Organe sich der Segmentation schon grossentheils entziehen, und mit heteronomen Segmenten als Andeutung der functionellen Sonderung; auf der andern Seite stehen die Cephalopoden mit dem entschiedenen Übergewicht der animalen Hälfte, in welcher schon als Vorläufer der Wirbelbildung die knorpelige Gehirnkapsel auftritt. Durch vollständiges Umwachsenwerden der vegetativen Seite und Ausbildung knöcherner Nervenkapseln schliessen sich die Wirbelthiere an die Cephalopoden, während sie von den Arthropoden die Gliederung der animalen Systeme und Extremitätenbildung in ihren Typus aufnehmen. Arthropoden und Cephalopoden stehen hiernach auf ziemlich gleicher morphologischer Stufe. Indess dürfte der Umstand den letzteren (mit der dieselben einleitenden Molluskenreihe) die höhere Stellung im Allgemeinen zuzuerkennen wol im Stande sein, als die functionelle Sonderung gewiss von grösserer Bedeutung ist, als die reine Symmetrie und vegetative Gleichheit der Körperabschnitte. Letztere wird erst im End-

Digitized by Google

glied der Reihe gestört, während das Charakteristische der Molluskenreihe gleich in den Anfangsgliedern auftritt. Ich will nun nicht etwa die Bryozoen mit den übrigen Tunicaten den Echinodermen als Classe gegenüberstellen; die ganze rechts gestellte Reihe entspricht vielmehr jedem Gliede der linken. Dies bewegt mich aber noch mehr, die Mollusken zunächst an die Vertebraten zu schliessen. Ohne für jetzt auf die Stellung der einzelnen Classen Rücksicht zu nehmen, begegnen wir im Thierreiche, ausser den rein strahligen Coelenteraten, nur drei Hauptformen. Bei der einen ist, ohne irgend welche Beziehung hierbei zu nehmen, die Form das hervorstechende; die andere zeichnet sich durch die allerdings morphologisch sich äussernde, aber doch schon für den ersten Blick von der Art der ersteren Gruppe wesentlich abweichende Eintheilung des Körpers aus; die dritte endlich vereinigt beide Charaktere. Es hängt nun von der grössern oder geringern Complexität eines Typus dessen Dehnbarkeit ab. So sehen wir die Wirbelthiere sich verhältnismässig alle viel mehr gleichen, da die Unterschiede weniger Allgemeines treffen können, wegen der grössern Zahl der zum Typus gehörigen Momente. Aus jenen beiden anderen Gruppen finden wir nun dadurch den höhern, dass wir die Dehnbarkeit und die Complexitätsfähigkeit der morphologischen Bedingungen vergleichen. Dabei stellt sich aber heraus, dass die Eintheilung des Körpers in mehrere functionell verschiedene Theile den Typus zu einem viel weniger flexibeln macht, als die nur eine Aufgabe der Symmetrie ausführende Streckung und Segmentirung des Körpers. Von dem gleichen Punkte, den strahligen, noch wenig organologisch differenzierten Coelenteraten ausgehend, führt ein einziger Typus durch verhältnismässig untergeordnete Verschiedenheiten bis zu den Wirbelthieren, während die Erreichung der heteronom gegliederten, dabei die functionelle Sonderung anstrebenden Form durch verschiedene sich folgende Typen erst ermöglicht wird. Für die höhere Stellung der Mollusken spricht endlich für mich noch der Umstand, dass dieselben nur zwei Berührungspunkte mit anderen Classen haben, und zwar am Anfangs- und Endglied, während die Typen der seitlich symmetrischen Reihe unter sich selbst so verschieden sind, dass sie ausser dem ihnen allen eigenen Momente nicht auf einander zurückgeführt werden können.

Man könte nun vielleicht diese Spaltung der sogenannten wirbellosen Thiere noch weiter ausdehnen und die Protozoen und Coelenteraten auf die beiden parallelen Reihen vertheilen, so dass wir

Infusorien — Rhizopoden
Coelenteraten (s. Str.) Ctenophoren

Digitized by Google

als Anfangsglieder erhielten. So viel nun dies für sich zu haben scheint, so gehören diese vier Gruppen doch, streng genommen, nur zwei Typen an; und weichen auch die Ctenophoren durch ihre zuweilen so auffallende seitlich symmetrische Bildung von den übrigen Coelenteraten ab, so stimmt das topographische Verhältnis ihrer den übrigen ganz gleichen Organe mit dem bei diesen sich findenden so überein, dass wol in der Ausdehnungsfähigkeit dieser Typen eine Andeutung dieser Spaltung gefunden werden kann; doch berechtigt dies noch nicht zu der Durchführung derselben, da, wie wir gleich sehen werden, der strahlige Bau nur als morphologische Durchgangsstufe im Thierreiche zu betrachten ist.

Einundzwanzigstes Capitel.

Versuch einer allgemeinen Morphologie.

§. 95.

Gesamtform der Thiere.

Es mag vielleicht unmöglich scheinen, die zahllosen Verschiedenheiten thierischer Gestaltung, welche wir wol innerhalb grösserer Gruppen bestimmten Gesetzlichkeiten folgen sahen, auf eine noch allgemeinere Constanz zurückzuführen. Wir haben indess schon ein allgemeineres Resultat aus den vorhergehenden Betrachtungen erhalten, dass nämlich nach Abzug aller auf Bewegungserscheinungen in bestimmten Medien und auf die Complication der äussern Form durch typische Entwickelung bezüglicher Modificationen zwei Gestaltungsweisen des Thierkörpers auftraten, welche zwar unter sich zusammenhängend, doch in ihrer ausgesprochensten Form keinerlei Beziehungen zu einander gestatten, die strahlige und seitlich symmetrische. Fragen wir zunächst, in welcher Beziehung diese allgemeinen Formen zu den specielleren Organisationsverhältnissen der betreffenden Thiere stehen, so ergibt sich als sehr in die Augen fallend, dass überall, wo nur eine einigermaasen weitere organologische Differenzirung auftritt, die Form des Thieres entweder zweifellos seitlich symmetrisch wird, oder der strahlige Bau durch die unzweideutigsten Übergänge zur seitlichen Symmetrie allmählich so gestört wird, dass selbst innerhalb einer kleinern Gruppe des Thierreichs das Festhalten an strahliger Form ganz aufgegeben wird. Hiermit hängt zusammen,

Digitized by Google

dass bei weitem die überwiegende Mehrzahl der Thiere seitlich symmetrisch ist.

Es ist nun aber ferner zu berücksichtigen, dass diese beiden Pläne nur die Contourverhältnisse der Thiere betreffen, dass mit ihnen untergeordnetere, hier aber einige Wichtigkeit erlangende Momente auftreten. Ich meine das Vorhandensein einer gedrängtern, kürzern Gestalt, oder einer gestrecktern, und die Wiederholung vegetativ gleicher Theile. Was das erste Verhältnis betrift, so ist ersichtlich, dass die Achsenlinie der Strahlthiere sich zwar niemals unter eine gewisse Grösse verkleinern kann, indem das Thier aufhören würde, einen Körper zu besitzen, wenn sich dieselbe dem Punkte nähert, womit eben jede Bildungsfähigkeit aufhört, dass aber auf der andern Seite das Verhältnis der Achsenlinie zu dem Durchmesser des kreisförmig ausgebreiteten Thieres innerhalb weiterer Gränzen schwanken kann. Mit Bezug auf die Wiederholung vegetativ gleicher Theile, so ist dieselbe nothwendig mit der strahligen Anordnung verbunden, indem nur die Gleichheit der Strahlen den Typus begründet. Bei seitlicher Symmetrie ist zunächst nur Gleichheit der beiden Seiten neben der Achsenebene gefordert, deren Länge die des Thieres selbst bestimmt, deren Höhe aber von anderen Verhältnissen abhängt. Fragen wir nun, welche allgemein morphologische Anknüpfungspunkte diese beiden Formen hiernach haben, so ergibt sich, dass ein seitlich symmetrisches Thier ein strahliges wird, sobald die Achsenebene sich zu einer Linie verschmälert; die vegetativ gleichen Seiten fliessen dann oberhalb und unterhalb derselben zusammen und bilden einen Kreis gleicher Theile um die auf dem Durchschnitt punktförmige Achse. Zeigt dagegen ein strahliges Thier eine seiner Strahlen den anderen ungleich, so wird seine Achsenlinie sich zur Achsenebene verbreitern und dasselbe wird seitlich symmetrisch. Die Achsenlinie der Strahlthiere entspricht daher in ihrer Länge der der Achsenebene seitlich symmetrischer, und hiermit ist die Bestimmung der anderen Durchmesser gegeben, welche dadurch noch speciellere Bedeutung erhalten, dass der eine rechtwinklig durch den ungleichen Strahl oder dessen Verlängerung gehende die Breite, der andere, die Breite der Achsenebene andeutende die Höhe des Thieres bezeichnet. Wir erhalten auf diese Weise das Mittel, auch vollständig strahlig gebaute Thiere auf die seitliche Symmetrie zurückzuführen, indem dieselben nur nach Länge und Breite entwickelte Thiere sind, und zwar mit Bezug auf letztere Dimension allseitig gleich breit, insofern der eigentliche Höhen-Durchmesser durch Verkümmern der Achsenebene unbestimmbar und die körperliche Höhe durch

Digitized by Google

den sich in einer Ebene drehenden Breitendurchmesser der Breite selbst gleich geworden ist.

Mit dem Auftreten jedes Achsengebildes wird aber noch eine andere morphologische Beziehung gegeben, nämlich dessen Anfang und Ende; und diese Punkte bestimmen selbstverständlich die gleichnamigen Beziehungen des Thieres. Der Anfang wird durch die Bewegung des Thieres mit diesem voran als das vordere Ende, das Ende des Achsengebildes als das hintere des Thieres bezeichnet. Hier eröffnet sich nun eine Möglichkeit des Beweises, dass der strahlige Bau nur eine Durchgangsstufe ist. Es ist nämlich wol ohne allen Zweifel anzunehmen, dass die in freierer Beweglichkeit sich äussernde Selbstbestimmungsfähigkeit Charakter der Animalität ist, welcher durch die sich mit der Ausführung desselben ergebenden Entwickelung der verschiedenen thierischen Systeme immer schärfer hervortritt, je weiter die organologische Differenzirung vorschreitet. Die erste Stufe dieser letztern wird durch das Auftreten gesonderter vegetativer Organe bezeichnet, deren Formen, die des Körpers wiederholend, auch ihr Vorn und Hinten besitzen, welche mit den gleichnamigen Punkten des Körpers zusammenfallen. Allgemein wird daher der Mund am oder in der Nähe des vordern Endes sein. Das Thier wird sich mit diesem voran bewegen, und um so freier, je mehr die Breitendurchmesser dem Längendurchmesser nachstehen. Sind nun die kreisförmig um die Achse liegenden Organe alle gleich, so wird die Richtung der Bewegung nur eine einzige sein; tritt jedoch durch eine Störung der vegetativen Gleichheit der Strahlen oder ursprünglich eine Achsenebene auf, so ist das Thier auch zur Benutzung der nun entstehenden Seiten befähigt und hiermit erst wird, wenn auch nicht immer, eine möglichst unbeschränkte, aber jedenfalls die am meisten bestimmbare Beweglichkeit gegeben. Es fällt mir nun nicht ein, behaupten zu wollen, dass Strahlthiere nicht auch eine ziemlich weit bestimmbare Bewegung besässen. Jedoch ist hier ein durch alle allgemein morphologische Fragen durchgehendes Verhältnis zu berücksichtigen, dass nämlich jeder Typus so weit ausgeführt wird, als es nach den ihm eigenen Behaftungen und nach den dem thierischen Leben überhaupt zuzuertheilenden Bildungsgesetzen möglich ist, dass also auch der strahlige Typus nicht ohne Weiteres als unbenutzbar verlassen, sondern erst so weit ausgeführt wird, als sich seine Integrität mit den Bedürfnissen zusammengesetzter Thiere verträgt.

Wie ferner durch die Complicationsreihe der Thiere eine ähnliche Differenzirung wahrzunehmen ist, wie bei der Entwickelung

aus dem Eie, so folgt auf die Zellenform die wenigst differenzierte, welche, da man nur zwischen strahliger und seitlich symmetrischer zu wählen hat, die strahlige ist mit mehreren noch vollständig gleichen Theilen. Auf diese, welche mit der einfacheren Organisation zusammenfällt, folgt die Differenzirung der meist gestreckteren, nun ein rechts und links zeigenden seitlich symmetrischen Gestalt, welche nur noch durch das Auftreten einer zweiten horizontalen Theilungsebene durch gewisse (nicht alle) Organgruppen compliciert wird.

Als Hauptform der Thiere und als Ziel- und Endpunkt jeder etwa abweichenden Form ist nach meinem Dafürhalten die seitlich symmetrische zu betrachten, welche als allgemeinste Schablone sämtliche Grade einigermaassen vorgeschrittener organologischer Differenzirung in ihr Bereich zieht und von welcher die Natur nur auf den Anfangsstufen thierischer Entwickelung nach gleichfalls planvollem Bilden etwas abweicht.

§. 96.

Vegetative Organgruppen.

Es wurde bereits früher (§. 8. p. 47) in der Übersicht der möglicherweise auftretenden Organgruppen der allmählichen Complication der vegetativen Organe gedacht. Jene allgemeinen Bestimmungen sind nun durch die Erfahrung zu prüfen und ihre Gesetzmässigkeit nachzuweisen. Wie früher betrachten wir auch hier zunächst die

Organe zur Erhaltung des Individuum. Nachdem uns in der Besprechung der Classentypen die p. 47 angedeuteten Verhältnisse vor Augen getreten sind, können wir in Bezug auf diese Organe folgende Sätze aufstellen.

1. Die ursprüngliche Leibeshöle, welche gleichzeitig verdauende Höle war, wird bei allen höheren Thieren und bei denen schon, deren Körper seitlich symmetrisch zu werden erst beginnt, ein von der Leibeswandung getrennter Darmcanal, welchem nur in seltenen Fällen (wo er der seitlichen oder strahligen Symmetrie unterliegend sich theilt) ein After fehlt.

2. Derselbe ist überall unpaar in der Mittellinie des Körpers gelegen und nimt bei Strahlthieren die Achsenlinie selbst ein. Hiervon finden sich nur zwei Abweichungsgründe; einmal nämlich wird der Darm durch Übergreifen der seitlichen Symmetrie auf die vegetativen Organe gespalten; und der Darm verlängert sich über die Körperlänge und erhält dadurch Windungen, welche im Allgemeinen keiner Symmetrie folgen.

Digitized by Google

3. Wo Segmentirung des Körpers auftritt, bleiben die vegetativen Organe ganz allgemein hiervon ausgenommen. Von diesem Gesetz machen nur diejenigen Formen eine Ausnahme, wo die Gliederung der allgemeinste Charakter des Typus war, also bei einigen Strahlthieren und Würmern.

4. Wo ein Darm auftritt, finden sich überall gallenabsondernde Organe, welche je höher wir in der Thierreihe aufsteigen desto constanter die Form einer von den Darmwandungen getrennten parenchymatösen Leber erhalten.

5. Wo ein von der Leibeswand getrennter Darmcanal existiert, fehlen nirgends ohne Ausnahme Gefässe, deren Wandungen jedoch in manchen Fällen die Organtheile selbst überziehen, so dass hier das Gefässsystem auf das gleichfalls constant vorhandene contractile Centralorgan reduciert erscheint.

6. Wo Gefässe die Nahrungsstoffe von den Darmwandungen entfernteren Körpertheilen zuführen, finden sich überall Respirations- und Harnorgane, in einer keine Ausnahme gestattenden Constanz.

7. Die Harnorgane können wie die gallebereitenden Organe der Darmwand eingefügt sein; sie bilden aber früher als die Leber gesonderte Organe.

8. Die elementärste Form der Athmung ist die Wasseraufnahme. Zu diesem Behufe findet sich in den einfacher organisierten Classen ein doppeltes Gefässsystem, von denen das eine die körnchenfreie Nahrungsflüssigkeit den Organen zuführt, während das andere die mit specifisch geformten Bestandtheilen versehene Athemflüssigkeit mit respirablem Wasser zu mischen gestattet [1]).

9. Mit dem histiologischen Abschluss der Blutflüssigkeit als Gewebe werden die beiden Gefässarten überall vereint; die verschiedenen Functionen der Flüssigkeit und Formbestandtheile bleiben aber dieselben.

10. Wo das Gefässsystem einfach ist treten constant Gebilde auf, welche mit der histiologischen Entwickelung und Rückbildung und mit den (?) Lebensverhältnissen des Blutes allgemein zusammenhängen. Das Chylus- und Lymphgefässsystem erscheint als Bildungs- und Sparsystem, die Milz als Untergangsheerd, die übrigen Blutgefässdrüsen als Reinigungs- oder dergleichen Organe.

11. Allgemeinste Form der Organe zur Erhaltung des Individuum ist daher ein median unpaarer Darm mit annexen Drüsengebilden, einem doppelten Gefässsystem und Harnorganen.

---

1) Noch weiter zu untersuchen.

Digitized by Google

12. Auch hier ergibt sich die strahlige Form nur als Durchgangsstufe.

In ähnlicher Weise wie für die Ernährungsorgane im weiteren Sinne lassen sich allgemeine Sätze auch aufstellen für die

Organe zur Erhaltung der Art, auf deren Mittheilung ich mich um so mehr beschränken zu müssen glaube, als einmal der Nachweis für die meisten derselben in den vorhergehenden Büchern gegeben wurde und dann die etwa noch fraglichen nicht durch blosse Speculation ihre Erledigung finden können.

1. Jedes Individuum ist ursprünglich bestimmt, fähig zur Erhaltung der Art zu werden, d. h. zur Production neuer Keime.

2. Diese Fähigkeit wird schon auf den ersten Stufen organologischer Differenzirung durch das Eintreten der Nothwendigkeit einer Befruchtung beschränkt, welche der so durchgehende Geschlechtsunterschied hervorruft. Indessen:

3. Keimbereitende und befruchtende Organe sind ursprünglich vollkommen gleich und erst spät tritt ihr Unterschied durch verschiedene Richtung der Entwickelungsthätigkeit ein. Dies wird jedoch wahrscheinlich näher so bestimmt:

4. Alle Männchen sind ursprünglich vollkommen den Weibchen gleich, oder sind geradezu mit Eiern versehen. Erst mit Rückbildung oder veränderter Entwickelung eines Theiles der Genitalorgane werden sie Männchen. Hieraus folgt:

5. Die weibliche Form steht als producirende und als die ursprünglichere über der männlichen. Letztere ist nur ein Resultat der involutiven Entwickelung eines vorher differenzierten Organs.

6. Die Generationsorgane schliessen sich im Allgemeinen enger an den in der Gesamtform des Thieres ausgesprochenen Typus an als die übrigen vegetativen Organe.

7. In strahligen Thieren sind sie daher strahlig und zwar in sich gleichmässig wiederholenden Multiplis. Nur da wird diese Anordnung gestört, wo der seitlich symmetrische Typus eingreift. In seitlich symmetrischen Thieren sind sie stets paarig angelegt; sie erleiden nur zuweilen secundär eine mediane Verschmelzung, welche entweder die Centralorgane oder, und dies häufiger, die ausführenden Theile derselben trift.

8. Die Befruchtung, welche ursprünglich der zufälligen Begegnung der Geschlechtsproducte überlassen war, wird, je höher die Thiere in der Reihe stehen, desto constanter durch Begattungsorgane gesichert, welche jedoch keinem Haupttypus durchaus eigen sind,

Digitized by Google

sondern überall nur den höheren, auch durch diese Einrichtung in ihrer Erhaltung mehr gesicherten Formen.

9. Auch die Begattungsorgane sind ursprünglich in beiden Geschlechtern gleich. Ihre Entwickelung steht in umgekehrtem Verhältnis zur Entwickelung der Centralorgane.

10. Hermaphroditismus wird nur (ausgenommen die Doppelmisbildungen) in seiner normal auftretenden oder pathologischen Form durch verschiedene Entwickelung einer ursprünglich gleichen Anlage gebildet.

11. Ganz durchgreifend unterscheiden sich die Producte der Genitalorgane dadurch, dass die Eier Umhüllungsgebilde um elementare Zellen sind, die Keimbläschen, welche, zuweilen mit einer Quantität Nahrungsmaterial versehen, von einer secundär auftretenden Hülle (nach Art einer *membrana propria)* umgeben werden, während die Samenkörperchen Entwickelungsproducte der Keimzellen selbst sind (constant wenigstens unter Mitwirkung des Kerns), im Innern dieser Zellen entstehend, welches bei der Eibildung erst sehr spät und untergeordnet sich betheiligt.

12. Neomelie ist zwar häufig besonderen Individuen (Männchen!) übergeben, je höher wir aber in der Thierreihe emporsteigen, desto constanter nur organologischen Differenzirungen der producirenden Weibchen.

§. 97.

Animale Organgruppen.

Es zerfallen diese Organe, welche, wie früher ausgeführt, dadurch von Bedeutung für die Thiere als solche sind, dass sie die Beziehung zur Aussenwelt vermitteln, daher die Selbstbestimmungsfähigkeit der Thiere in hohem Grade von ihnen abhängt, ganz allgemein nothwendig in zwei Gruppen, welche man als sensible und reactive einander gegenüber stellen kann. Der morphologische Ausdruck für das Empfindungsvermögen und die der Empfindung überall constant folgenden Bewegung ist die histiologische Sonderung des Nervensystems mit den Sinnesorganen und des Muskelsystems mit den Bewegungsorganen. Hier ergeben sich folgende allgemeine Sätze für die morphologischen Beziehungen, welche zunächst

das Nervensystem und die Sinnesorgane zeigen.

1. Wo histiologisch gesonderte Muskelfasern sich finden, ist auch das Auftreten von Nervenfasern wahrscheinlich. (Es wurde öfter hierauf hingewiesen; die Fälle, welche der allgemeinen Form dieses

Digitized by Google

Gesetzes jetzt noch entgegenstehen, sind solche, deren Erledigung noch zu erwarten ist.)

2. Wo Nervenfasern gegeben sind, ist auch das Auftreten von Centralstellen an denselben anzunehmen, welche sich, je höher die Thiere desto unzweifelhafter als Ganglienzellen nachweisbar, den nur Leitapparate darstellenden Nervenfasern gegenüber als empfindendes und bestimmendes Sensorium ausweisen.

3. Hiermit hängt zusammen, dass die Nerven centrifugal und centripetal leiten müssen. Die Vertheilung dieser Leitungsfähigkeit an verschiedene Fasern ist bei so tief stehenden Thieren wahrscheinlich geworden, dass dieselbe wol allgemein angenommen werden darf.

4. Die peripherischen Nerven verbreiten sich ursprünglich ganz gleichmässig ohne Unterbrechung an alle Stellen der Peripherie.

5. Die vegetativen Organe werden desto constanter, je höher wir in der Thierwelt heraufsteigen, dem Sensorium durch Dazwischenschieben localer Centralstellen entzogen, vielleicht um die trophische Function der Nerven durch Abkürzung des Reizungsweges zu verstärken.

6. Die Centralorgane stellen allgemein Anhäufungen von Ganglienzellen dar, welche die Empfindungseindrücke aufzunehmen und reactive Erscheinungen durch die centrifugal leitenden Fasern auszulösen haben.

7. Je höher das Thier organisiert ist, desto grösseren Umfang erreichen die Centralorgane, vielleicht überall durch Aufnahme von Strängen, welche auf peripherische Fasern nicht zurückzuführen und nur dazu bestimmt sind, das physikalisch nothwendige Auslösen bestimmter reactiver Erscheinungen unter den Willen des Thieres zu stellen. Dergleichen Stränge können daher nicht auftreten und treten auch, den morphologischen Verhältnissen nach zu urtheilen, niemals auf an den secundären auf vegetative Organe zerstreuten Centralorganen, deren Thätigkeit daher überall mit physikalischer Nothwendigkeit erfolgt.

8. Das Nervensystem folgt überall genau dem allgemeinen Formentypus, es ist strahlig angeordnet in den Strahlthieren, seitlich symmetrisch bei den bilateralen, gegliedert bei allgemeiner Segmentirung. In beiden Fällen treten Verschmelzungen der Centralstellen auf, jedoch in umgekehrter Reihe; sie verschmelzen central bei den niederen Strahlthieren, median bei den höheren seitlich symmetrischen Classen.

9. Das Nervensystem liegt ursprünglich im Innern des functionell gegliederten Eingeweidesackes, welchen als solchen das Thier

Digitized by Google

darstellt, und zwar constant an der am meisten geschützten, der Erde zugewandten Bauchseite (Anfang und linke Parallelreihe der S. 487). Wo eine Sonderung in functionell verschiedene Abschnitte auftritt, wird dasselbe und zwar desto vollkommener je höher die Thiere stehen, von besonderen, den animalen Systemen zugehörigen Hüllen und Kapseln eingeschlossen (rechte Parallelreihe und Endglied).

10. Das Auftreten der Sinne und der betreffenden Organe hängt zum Theil nur vom Typus, zum andern Theil von der Lebensweise der Thiere ab.

11. Ihr Sitz ist mit Ausnahme der das allgemeine Gefühl vermittelnden Haut ursprünglich unstät. Das Herumschweifen der Sinnesorgane hört erst auf bei morphologischer Sonderung der animalen Organe im Ganzen.

12. Die Zahl der morphologisch nachweisbaren Sinne übersteigt vorläufig nicht die Zahl fünf.

13. Jeder Sinn verlangt zur Perceptionsfähigkeit der in sein Bereich fallenden Eindrücke gewisse ihrer physikalischen Natur nach angeordnete Organe. Es gibt daher für alle, leider nur für einige bis jetzt nachgewiesene, Elementarformen von Sinnesorganen.

14. Wo keine morphologisch nachweisbaren Sinnesorgane sich finden, ist zuweilen die Haut als allgemeines Sinnesorgan angesprochen worden. Unter der von Seiten der Morphologie gegebenen Versicherung, dass dieselbe nichts habe, was auf eine Perceptionsfähigkeit für bestimmte Sinneswahrnehmungen deutete, ist die speciellere Widerlegung dieser Behauptung der Physiologie zu übergeben.

In Bezug auf das

Muskelsystem und die Bewegungsorgane ergibt sich Folgendes.

1. Wo eine Darmhöle fehlt, ist das ganze Körperparenchym contractil und vertritt hier die Stelle des die peristaltischen Bewegungen der vegetativen Organe ausführenden, sowie des rein animalen Systems.

2. Mit dem Auftreten des von der Körperwand getrennten Darmcanals beschränkt sich die Contractilität des Parenchyms auf die Wandungen des Darms und des ganzen Körpers.

3. Das hierdurch gegebene Darmmuskelsystem folgt genau den morphologischen Verhältnissen der vegetativen Organe.

4. Ursprünglich ist jede Bewegung unwillkürlich; durch Nachweisbarkeit des Reizes und durch die andererseits vom Willen beherrschte Reaction auf denselben ist mit jener morphologischen Son-

derung die Spaltung in willkürliche und unwillkürliche Muskeln gegeben, welche auch histiologisch allmählich different werden.

5. Die primäre Form des hier vorzugsweise zu betrachtenden animalen Muskelsystems ist die des Hautmuskelschlauchs.

6. Entsprechend dieser Localisirung nimt das Muskelsystem an allen Veränderungen der typischen Körpergestalt Theil, sowol in Bezug auf die Symmetrie als die Gliederung.

7. Mit der Ausbildung eines gegliederten Hautmuskelschlauchs ist jedoch noch nicht die vollendete Form eines Muskelsystems gegeben. Dieselbe tritt aber in der rechten Parallelreihe von den Anfangspunkten derselben an in ihrer ersten Form auf als eine neben dem hier zurücktretenden Hautmuskelschlauch morphologisch gesonderte Muskelmasse, welche gleichzeitig das Hauptlocomotionsorgan bildet und das Centralnervensystem umhüllt.

8. Dieselbe umwächst allmählich den Hautmuskelschlauch mit dem von diesem umschlossenen Eingeweidesacke und bestimmt durch die in ihm auftretende Symmetrie und Gliederung den allgemeinen Formentypus der betreffenden Thiere.

9. Die Bewegungsorgane sind ursprünglich nur Anhänge des Hautmuskelschlauchs selbst. Erst mit der organologischen Sonderung des animalen Muskelsystems ist die morphologische Bedingung für das Auftreten eigener, aus den animalen Organgruppen herausdifferenzierter Bewegungsorgane gegeben. Dieselben bilden das nur durch diese Sonderung ermöglichte Skelet, welches zur Bildung der den verschiedenartigsten Bewegungsarten dienenden passiven Apparate zusammentritt, gleichzeitig aber, wie das Muskelsystem ursprünglich selbst, Hölen zur Aufnahme der Centralorgane des Nervensystems bildet.

10. Bei Bildung eines Bewegungsorgans ist niemals eine einzige Richtung der Bewegung ermöglicht, sondern überall auch deren entgegengesetzte vertreten, was sich schon in der Faserrichtung der primitivsten Formen des Hautmuskelschlauchs aussprach.

11. Erst mit der Bildung gesonderter complicierter Bewegungsorgane treten bestimmte Muskelbäuche auf. Wenn bei niederen Thieren dergleichen vorzukommen schienen, so beruhte diese Form nur auf der den Typen der äussern Haut natürlich streng folgenden Muskelfaserzüge des Hautmuskelschlauches. Das Auftreten dieser Muskelbäuche ist übrigens auch hier durch Segmentirung des ganzen Muskelsystems eingeleitet.

Digitized by Google

12. Sämtliche Hilfsorgane sind, wie die passiven Bewegungsorgane, entweder nur Anhangsgebilde der Haut (linke Reihe) oder, wie das Skelet, besondere, innerhalb der animalen Muskelmasse auftretende Theile.

Sind auch in den hier mitgetheilten allgemeinsten Resultaten mehrere Verhältnisse berührt, welche auf speciellere Untersuchungen gegründet sind, als sie die vorhergehenden Bogen enthielten, so durften sie doch hier nicht übergangen werden, da sie ebenso gut wie die anderen als modificirende Momente bei der allmählichen Complication der einzelnen Systeme auftreten. Durch diese Übersicht stellt sich aber wieder die Nothwendigkeit für die Annahme bestimmter Typen heraus, da wol kein Glied der allmählichen Complication irgend eines Systems ganz unverbunden dasteht, ebenso wenig als die Hauptzüge derselben, aber doch in dieser Reihe selbst durchaus feste Verhältnisse vorliegen, und zwar um so weniger schwankende, als die Stufe der Ausbildung eines Systems und die ganze Organisation eine höhere ist.

§. 98.

Allgemeine Topographie thierischer Körper.

Es erübrigt noch, die ihrer Form und ihrem ursprünglichen Auftreten nach durch Vorstehendes einigermaassen charakterisierten Organe ihrem allgemeinen topographischen Verhalten nach zu untersuchen. Da sich auch hierfür die einzelnen Belege in der Übersicht der einzelnen Classen u. s. w. finden, ziehe ich es vor, auch hier die Hauptresultate in einige Sätze zusammenzufassen, wobei ich von den Organgruppen zu den einzelnen Organsystemen vorschreite.

1. Entsprechend der Ernährungsweise der Thiere und der ihnen eigenthümlichen Nahrungsaufnahme ist in der ursprünglich auftretenden Thiergestalt der Darm das Innerste, die Achse des Thieres entweder einnehmende oder in ihrer unmittelbaren Nähe liegende Organ.

2. Die Annexen des Darms umgeben ihn dann zunächst, in mancher Beziehung die Vermittelung zwischen innen und aussen übernehmend; endlich zu äusserst folgen die Organe zur Vermittelung des Verkehrs mit der Aussenwelt.

3. Die speciellere Topographie der letzteren, besonders der Empfindungskreise, richtet sich genau nach den Bedürfnissen des Thieres, wird jedoch in zweiter Instanz vom Typus beherrscht. Ur-

Digitized by Google

sprünglich ist die empfindende Haut das äusserste, das Nervensystem das innere der animalen Organe.

4. Trotz vorschreitender Differenzirungen und zunehmender Complication bleibt der Darm immer das innerste Organ. Die functionelle Verbindung seiner Assistenzgebilde bedingt auch hier deren Nähe.

5. Das Gefässsystem hat allgemein keine besondere Stelle im Körper, da es eben Röhren vom Darme aus nach allen Punkten der Peripherie hin schickt. Ebenso ist das contractile Centralorgan ursprünglich nicht mit morphologischer Nothwendigkeit an eine bestimmte Stelle gebunden, welche erst der Typus angibt.

6. Die Respirationsorgane greifen in ihrer ursprünglichen gefässartigen Form zwischen die Gefässe ein. Sie stehen in ähnlicher Weise mit der Haut in Verbindung, wie die Gefässe mit dem Darme. Mit dem histiologischen Abschluss des Blutes werden sie auf bestimmte Stellen im Thierkörper hingewiesen, welche überall, mögen sie Kiemen oder Lungen sein, von der Lage des Herzens abhängen.

7. Die Harnorgane sind in Bezug auf ihr topographisches Verhältnis als Annexa des Darms und der Respirationsorgane zu betrachten.

8. Die Generationsorgane sind, wie sie functionell nicht mit den Organen des Individuum zusammenhängen, auch nicht von irgend einem Systeme des Thierkörpers in Bezug auf ihre Localisirung influenziert. Erst mit der Bildung bestimmter Hölen und Öffnungen werden sie betrefs ihrer eigenen Mündung an vorhandene Poren des Körpers gewiesen und nehmen, dadurch veranlasst, gewisse vom Typus mehr oder weniger bestimmte Stellen ein.

9. Das Nervensystem, welches wir als das innere der animalen Organgruppen kennen lernten, liegt überall an den wenigst afficirbaren Stellen des Körpers. Seine Lage wird jedoch andererseits durch den Typus gegeben, und wenn es daher an andere zugänglichere Gegenden rückt, tritt die Nothwendigkeit bestimmter schützender Hölen auf, welche in dem Typus die höchste Ausbildung erlangt, welcher durch die Sonderung der verschiedenen functionellen Gruppen und das Überwiegen der animalen Seite das Endglied der ganzen thierischen Formenreihe bildet.

10. Die Sinnesorgane sind überall an die Peripherie gewiesen. Anfänglich herumschweifend, fixiren sie sich allmählich immer mehr am Kopfe und werden dann in dessen Hölenbildung mit eingeschlossen, soweit die physikalische Ermöglichung des Sinneseindrucks es gestattet.

11. Das Muskelsystem ist stets, mit Ausnahme der allgemeinen

Digitized by Google

Bedeckungen des Körpers, das äusserste System, eine Lage, welche durch seine ursprüngliche Form als Hautmuskelschlauch und die spätere Umwachsung dieses letztern durch die animalen Organgruppen hinreichend erklärt wird.

12. Die Bewegungsorgane sind selbstverständlich, da sie mechanisch auf das Medium wirken müssen, überall an der Peripherie des Körpers.

Digitized by Google

Schlussbemerkungen.

§. 99.

Verwerthung der Organisationsgesetze.

Es wurde schon früher einige Male darauf hingewiesen, welche Anknüpfungspunkte die durch sorgfältige Induction erhaltenen specielleren und allgemeineren Resultate an den Fortschritt oder wenigstens an die erleichterte Umsicht der verschiedenen Zweige der Zoologie darböten. In Bezug auf einzelne Seiten der Morphologie muss auf die Einleitung und den 67. Paragraphen verwiesen werden. Ich kann jedoch den Gegenstand nicht ganz verlassen, ohne auf die mögliche Verwerthung der Organisationsgesetze aufmerksam gemacht zu haben.

a) Was zunächst die Morphologie selbst betrift, so weist schon die Zusammenstellung des allgemeinen Grundrisses, welche ich hier versucht habe, darauf hin, dass derselbe eines weitern Ausbaues fähig und in manchen Gegenden des grossen Bezirkes sehr bedürftig ist. Über manche Abschnitte des Thierreichs besitzen wir viel speciellere Nachweise als ich sie gegeben habe. Aber gerade hierin liegt der Anschluss an die noch unbebauteren Theile. Die allgemeinen Gesetze haben in dieser Beziehung den grossen Werth, dass sie nicht bloss die Gränzen der etwa auftretenden Formenmannichfaltigkeiten bestimmen, sondern dass sie auch implicite die Gründe enthalten, weshalb diese Gränzen nicht überschritten werden können. Sie werden daher als Umriss der specielleren Untersuchungen von Nutzen sein, indem diese in jenen schon ihren natürlichen Verbreitungsbezirk finden. Fehlen auch noch viele Steine zur Vollendung des ganzen Baues, so zeigt doch die Bauart des etwa Fertigen, wie wir weiter zu arbeiten haben, um uns dieser Vollendung zu nähern. Die Organisationsgesetze sind im Allgemeinen auf inductivem Wege erlangte Wahrheiten. Hier und da ist allerdings auch die Hypothese·

Digitized by Google

eingetreten, aber verhältnismässig selten und mit Vorsicht. In beiden Fällen werden die Resultate rückwirkend thätig werden, sich entweder immer mehr und mehr bestätigend oder verbessernd. Jedenfalls kann die specielle Morphologie nur gewinnen, wenn sie sich des schon Gefundenen, wenn auch noch nicht zur absoluten Wahrheit Erhobenen, als Leitfaden bei ihren Untersuchungen bedient. Durch diese werden dann für eine allgemeine Betrachtung wieder neue Angrifspunkte gegeben, so dass sich beides, gegenseitig sich ergänzend, endlich an dem Endziele vereinigt. Dasselbe ist hier vielleicht nicht so unerreichbar, wenn wir von der mathematischen Begründung thierischer Formengesetze vorläufig absehen. An diese können wir aber erst dann mit Erfolg gehen, wenn wir die Constanz der Erscheinungen als solche durchweg nachgewiesen haben; und dies wird durch eine allgemeine Behandlung der Morphologie angebahnt.

b) Ebenso in die Augen springend wie die Verwerthungsfähigkeit der Organisationsgesetze für die Morphologie ist dieselbe wol in Bezug auf die Systematik. Wie dieselbe bei ihren classificatorischen Bestrebungen alle Merkmale der zu classificirenden Körper berücksichtigen muss, so ist die thierische Form schon einfach als Merkmal von Werth. Mit der Form hängen aber nachweisbar mehrere andere Merkmale so innig zusammen, dass von ihr auf jene mit Sicherheit geschlossen werden kann. Der Nachweis der Organisationsgesetze wird daher in einem gewissen Grade mit dem Nachweis der Constanz jener andern Gruppe von Merkmalen begleitet sein. Es hat aber die Systematik besondere Ansprüche an die Morphologie zu machen wegen des für sie unendlich werthvollen Correlationsgesetzes. So sehr die Bestrebungen der neuern Zeit anzuerkennen sind durch Herbeiziehung neuer Unterscheidungsmerkmale, durch Anwendung neuer Eintheilungsgründe, das System zu verbessern und auszubauen, so darf doch einmal darüber nicht vergessen werden, dass die Systematik nicht ausschliesslich eines solchen Eintheilungsgrundes sich bedienen darf, um nicht die Classification einseitig und gezwungen zu machen. Dann aber muss sie mit Hilfe der Morphologie die gesetzmässigen Beziehungen zwischen jenem neuen Verhältnisse und der äussern Gestalt und den leichter erkennbaren Merkmalen hervorsuchen, um die Vortheile, welche jene bieten, auch praktisch ausführbar zu machen. Es hat sich schon jetzt herausgestellt, dass jene Beziehungen nicht für jeden Bezirk des Thierreichs gleiche Geltung haben. Es muss daher angegeben werden, welches die bestimmendste Merkmalgruppe in einer gewissen Abtheilung des Thierreichs ist und mit welchen bestimmbaren Erscheinungen dieselben zusammenhän-

Digitized by Google

gen. So gross die Verdienste neuerer Zootomen um die Systematik sind, so kann dieselbe doch keine Merkmale brauchen, welche nur durch ausführliche Zergliederung eines Thieres gefunden werden können, noch viel weniger solche, welche, um erkannt zu werden, eine andauernde Beobachtung der Entwickelung voraussetzen. Dass beides so wichtig geworden ist, liegt eben nur daran, dass beide Zweige der Zoologie sich mit der Thierform beschäftigen. Wie sie aber nur dazu dienen (natürlich abgesehen von ihrer eigentlichen Bedeutung) bestimmte Merkmale zu liefern, so würden diese ganz unbrauchbar sein, wenn nicht gleichzeitig die Nothwendigkeit ihres Zusammenhangs mit anderen nachgewiesen wird. Und dies ist der besondere Werth, welchen eine specielle Untersuchnng der Correlationsfähigkeit der einzelnen Typen für die Systematik hat. Es konte im Vorhergehenden nur beiläufig darauf hingewiesen werden. Die eigentliche Durchführung gehört auch, wenn gleich eigentlich wol hierher, doch wol ihrer praktischen Seite halber zu den einleitenden Untersuchungen der systematischen Zoologie, im Allgemeinen sowol als mit Bezug auf einzelne Classen.

c) Was endlich den Werth der Organisationsgesetze für die Physiologie anlangt, so habe ich mich früher gegen die Anwendbarkeit der genetischen Methode ausgesprochen. Hierbei ist nun aber, jedoch mit Festhaltung des oben Gesagten, darauf aufmerksam zu machen, dass wol ein Unterschied besteht zwischen der Anwendung der der Beobachtung der Entwickelungserscheinungen entnommenen Beobachtungsweise zur Erklärung einer Lebenserscheinung und der Anwendung der Organisationsgesetze. Während die ersten nur den Vortheil haben, die Function oder die sonst zu erklärende Erscheinung auf verschiedenen Stufen der allmählichen Complication eines Thieres zu zeigen, legen die letzteren, sei es an einer ganzen Classe oder an einem einzelnen Thiere, die constante Verbindung gewisser Organe und Organtheile dar, welche einen Anschluss an die durch diese erfolgenden Erscheinungen gestatten, indem sie die eine Seite der Behaftungen der Theile, an denen die Erscheinung stattfindet, erkennen lassen. Die Organisationsgesetze geben uns eine Einsicht in das Gefüge des Thierkörpers, welcher mittelst der durch sie nachgewiesenen materiellen Formbestandtheile und an diesen die ganze Reihe specieller Lebenserscheinungen abspielen lässt. Sind auch die Bedingungen zum Zustandekommen der auf elementar-physikalische Vorgänge grossentheils zurückführbaren physiologischen Erscheinungen nicht durch allgemein morphologische Untersuchungen direct nachzuweisen, so sind sie doch bei der Constanz gewisser

Digitized by Google

Lebenserscheinungen ebenfalls ohne Zweifel constant. Durch die verschiedenen Bildungspläne und ihre grössere und geringere Variabilität, durch allgemeinere sowol als durch speciellere Organisationsgesetze wird das Variable der Thierformen allmählich entfernt, bis die der physiologischen Untersuchung direct angreifbaren Verhältnisse der Thierform übrig bleiben, so dass, je allgemeiner ein Bildungsgesetz, desto eher dasselbe für die Physiologie zu verwerthen ist, was ebensowol für das ganze Thierreich, als in Bezug auf einzelne grössere oder kleinere Classen gilt.

§. 100.

Rückblick.

Wurde im eben Vorhergehenden des Werthes der Bildungsgesetze der Thiere gedacht, sowie ihrer fernern möglichen Ausbildung durch Anschluss an schon Gefundenes, so soll hier kurz dessen Erwähnung geschehen, was die Morphologie wirklich geleistet hat, wobei natürlich von den specielleren Ausführungen der Resultate abgesehen wird.

Vor allem zeigt dieselbe, dass wirklich die thierische Gestaltung bestimmten Gesetzen folgt, deren morphologischer Ausdruck die Constanz gewisser Formen mit und neben anderen und die gleichmässige Veränderung der gesetzmässig verbundenen Erscheinungen war. So wenig bedeutend dies Resultat war, da schon eine oberflächliche Betrachtung der thierischen Gestalten dasselbe zu liefern scheint, so gewinnt es doch an Werth dadurch, dass sich ferner herausstellt, dass die ausnahmslos alle Thiere umfassenden Einzelgesetze sich auf ein grösseres allgemeines Bildungsgesetz zurückführen lassen. Die Morphologie weist nach, dass die Thiere von der Zeit, wo sie zuerst in Gestalten, den jetztlebenden scheinbar so fremd, auf der Oberfläche unserer Erde erschienen, von der Zeit, welche zu messen Myriaden von Jahren zu Maasseinheiten werden dürften, bis zu der letzten Schöpfung, welcher der Mensch sein Dasein dankt, alle ohne Ausnahme denselben unabänderlichen Gesetzen der Gestaltung folgten; die Morphologie eröffnet uns hier einen Blick in die Harmonie der Schöpfung, welchen kaum eine andere Wissenschaft in diesem Umfange gestatten dürfte. Sie weist uns aber nicht bloss die unabänderliche Gleichheit der Gesetze nach, sondern auch deren uranfängliche Vollendung. So oft sich die bildende Thätigkeit des Schöpfers in Hervorbringung neuer Thierwelten offenbart hat, so sind doch keine Formen aus seiner Hand hervorgegangen, welche

Digitized by Google

nicht demselben einheitlichen Plane gefolgt wären. Dieselbe Reihenfolge sich mit Nothwendigkeit folgender Typen, welche nach einander auf der Erde erschienen, ist jetzt noch der Gegenstand unseres Studium und unserer Bewunderung. Eine solche Vollendung und eine solche Verwendbarkeit hat der allen Thieren zu Grunde liegende Bildungsplan, dass wir mit einer Sicherheit, welche der exactesten Gewissheit nicht nachsteht, behaupten können, dass kein neuer Typus auftreten wird, so lange Thiere unsere Erde bevölkern. Sind daher auch die Resultate im Einzelnen noch lückenhaft, so wiegt doch die durch die Morphologie erwiesene Abrundung und Geschlossenheit der Thierwelt jene Lücken reichlich auf, zumal sie uns auf der andern Seite nicht bloss die lebendige Anregung, sondern auch die Mittel an die Hand gibt, unsere Erkenntnis zu vervollkommnen.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google